

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ): отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти

УДК 681.51:622.276.8.054.5-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8T51	Митрякова Антона Валерьевича		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Худоногова Людмила Игоревна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В.В.	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально–экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ): отделение автоматизации и робототехники

Форма представления работы:

бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2020 г.	Разработка требований к автоматизированной системе управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти	60
25.05.2020 г.	Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти	
23.04.2020 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
15.05.2020 г.	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Худоногова Людмила Игоревна	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н., доцент		

Томск – 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение школы (НОЦ): отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т51	Митряков Антон Валерьевич

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 59-64с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является блок сепарации установки комплексной подготовки нефти.

Режим работы непрерывный.

В блоке сепарации происходит дегазация, а также частичное отделение пластовой воды.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание технологического процесса 2. Разработка структурной схемы АС 3. Функциональная схема автоматизации 4. Разработка схемы информационных потоков АС 5. Выбор средств реализации АС 6. Разработка схемы соединения внешних проводов 7. Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 8. Разработка экранных форм АС
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Функциональная схема технологического процесса 2. Перечень входных/выходных сигналов 3. Схема соединения внешних проводов 4. Функциональная схема автоматизации 5. Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 6. Дерево экранных форм 7. Схема информационных потоков 8. Трехуровневая структура АС
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Матвиенко Владимир Владиславович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Конотопский Владимир Юрьевич</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>04.03.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Худоногова Людмила Игоревна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Митряков Антон Валерьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т51	Митрякову Антону Валерьевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График проведения и бюджет ВКР
2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ВКР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Митряков Антон Валерьевич		

Томск 2020 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т51	Митрякову Антону Валерьевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	- АСУТП блока сепарации расположенном в «Азнакаевскнефть», г. Азнакаево (ОАО «Татнефть»), а также рабочее место оператора.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [20] - ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. [21] - ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. [22] - Трудовой кодекс Российской Федерации [23] - ГОСТ Р ИСО 6385-2016. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем. [24]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В процессе анализа вредных факторов были выделены: - шум; - Повышенный уровень электромагнитных излучений - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Превышение уровня шума - Отклонение показателей микроклимата В процессе анализа опасных факторов были выделены: - Поражение электрическим током - Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека
3. Экологическая безопасность:	- Воздействие на гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу и литосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом Рассмотрены мероприятия по очистке нефтезагрязненной почвы
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Митряков Антон Валерьевич		

Реферат

ВКР содержит 105 страниц, 20 таблиц, 17 рисунков, список использованных источников из 38 наименований, 11 приложений.

Объектом исследования является блок сепарации установки комплексной подготовки нефти.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти с использованием программируемого логического контроллера на основе выбранной SCADA-системы.

В выпускной квалификационной работе была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров CotrolLogix 1756, с применением SCADA системы Simplight.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

Установка комплексной подготовки нефти, блок сепарации, клапан с электроприводом, сепаратор трехфазный, автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, локальный программируемый логический контроллер, коммутационный программируемый логический контроллер, протокол, SCADA-система.

Оглавление

Введение	15
1 Разработка требований к автоматизированной системе управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти	17
1.1 Основные задачи и цели создания автоматизированной системы управления технологического процесса	17
1.2 Назначение системы	17
1.3 Цели создания системы	18
1.4 Требования к механическому обеспечению	18
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	19
1.6 Требования к программному обеспечению	20
1.7 Требования к математическому обеспечению	21
1.8 Требования к информационному обеспечению	21
2 Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти	23
2.1 Описание технологического процесса	23
2.2 Выбор архитектуры автоматизированной системы	24
2.3 Разработка структурной схемы автоматизированной системы	28
2.4 Функциональная схема автоматизации	30
2.5 Разработка схемы информационных потоков блока подготовки газа	32
2.6 Выбор средств реализации блока сепарации	35
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования блока сепарации	36
2.6.2 Выбор датчиков	38
2.6.2.1 Выбор датчика уровня	38
2.6.2.2 Выбор датчика температуры	39
2.6.2.3 Выбор датчика давления	41

2.6.2.4	Выбор расходомера	42
2.6.2.5	Выбор сигнализатора уровня	44
2.6.3	Выбор исполнительных механизмов	45
2.6.3.1	Выбор регулирующего клапана и электропривода	45
2.6.4	Разработка схемы внешних проводок	48
2.6.5	Выбор алгоритмов управления автоматизированной системой блока сепарации	50
2.6.5.1	Алгоритм сбора данных измерений	51
2.6.5.2	Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром	51
2.6.6	Экранные формы автоматизированной системы блока сепарации	53
2.6.6.1	Разработка дерева экранных форм	53
2.6.6.2	Разработка экранных форм автоматизированной системы БС	54
2.6.6.3	Область видеокадра	54
2.6.6.4	Мнемознаки	55
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
3.1	Организация и планирование работ	58
3.1.1	Продолжительность этапов работ	60
3.2	Расчет сметы затрат на выполнение проекта	65
3.2.1	Расчет материальных затрат	66
3.2.2	Расчет заработной платы	66
3.2.3	Расчет затрат на социальный налог	67
3.2.4	Расчет затрат на электроэнергию	68
3.2.5	Расчет затрат на социальный налог	69
3.2.6	Расчет прочих расходов	70
3.2.7	Расчет общей себестоимости разработки	70
3.2.8	Расчет прибыли	71

3.2.9	Расчет налог на добавленную стоимость	71
3.3	Цена разработки НИР	72
3.4	Оценка экономической эффективности проекта	72
4	Социальная ответственность	73
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
4.1.1	Эргономические требования к рабочему месту	75
4.1.2	Окраска и коэффициенты отражения	76
4.2	Производственная безопасность	76
4.2.1	Анализ вредных и опасных факторов	76
4.2.2	Анализ вредных факторов	78
4.2.2.1	Повышенный уровень электромагнитных излучений	78
4.2.2.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны	79
4.2.2.3	Отклонение показателей микроклимата	81
4.2.2.4	Превышение уровня шума	82
4.2.3	Анализ опасных факторов	82
4.2.3.1	Поражение электрическим током	82
4.3	Экологическая безопасность	83
4.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	83
4.3.2	Мероприятия по защите окружающей среды	84
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	86
4.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	86
4.4.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	86
	Заключение	89
	Список используемых источников	90
	Приложение А (обязательное) функциональная схема автоматизации	95

Приложение Б (обязательное) таблица перечня вход/выходных сигналов	96
Приложение В (обязательное) трехуровневая структура автоматизированной системы	97
Приложение Г (обязательное) обобщенная структура автоматизированной системы	98
Приложение Д (обязательное) функциональная схема автоматизации ГОСТ 21.408 - 2013	99
Приложение Е (обязательное) схема информационных потоков	100
Приложение Ж (обязательное) схема внешних проводок	101
Приложение З (обязательное) алгоритм сбора данных	102
Приложение И (обязательное) структурная схема автоматического регулирования	103
Приложение К (обязательное) схема экранных форм	104
Приложение Л (обязательное) мнемосхема блока сепарации (сепаратор)	105

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения

OSI (OpenSystemsInterconnection) – эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (ProgrammableLogicControllers) – программируемый логический контроллер (ПЛК);

HMI (HumanMachineInterface) – человеко-машинный интерфейс;

OSE/RM (Open System Environment Reference Model) – базовая модель среды открытых систем;

API (ApplicationProgramInterface) – интерфейс прикладных программ;

EEI (ExternalEnvironmentInterface) – интерфейс внешнего окружения;

OPC (ObjectProtocolControl) – OLE для управления процессами;

OLE (Object Linking and Embedding) – протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ;

SNMP (Simple Network Management Protocol) – протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP;

ODBC (OpenDataBaseConnectivity) – программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных);

ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America) – Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей;

DIN (DeutschesInstitutfürNormung) – немецкий институт по стандартизации;

IP (InternationalProtection) – степень защиты;

LAD (Ladder Diagram) – язык релейной (лестничной) логики;

ППЗУ – программируемое постоянное запоминающее устройство;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

МККТТ – международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии;

КРД – камера регулирования давления;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ВНИИМС – всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы;

САР – система автоматического регулирования;

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита;

ПО – программное обеспечение;

УСО – устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода;

АС – автоматизированная система.

Введение

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда, которая позволяет во много раз увеличить производительность труда, повысить безопасность, экологичность, улучшить качество продукции и более рационально использовать производственные ресурсы, в том числе, и человеческий потенциал. Основными способами увеличения эффективности предприятия является оптимизация и модернизация производства, что позволяет снизить производственные расходы и повысить экономическую эффективность компании в будущем.

В настоящее время схема установки комплексной подготовки нефти уже имеет высокую степень автоматизации и обеспечивает значительный контроль технологических процессов, за исключением блока сепарации. В данной работе предполагается исключение существующих элементов блока сепарации и замена их на новые высококласные, с использованием новых видов передачи и преобразования сигналов, которые имеют единые сигналы и протокол HART, использование датчиков температуры, давления, а также расходомера, сигнализатора уровня и исполнительных элементов на современных операционных системах.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) блока сепарации, установки комплексной подготовки нефти (УКПН), с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК), на основе выбранной SCADA – системы.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач:

- разработать требования к автоматизированной системе управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти;

- описать технологический процесс;
- подобрать датчики и исполнительные механизмы;
- разработать схемы;
- выбрать алгоритм автоматизированной системы (АС) блока сепарации (БС);
- разработать экранные формы автоматизированной системы (АС) блока сепарации (БС).

1 Разработка требований к автоматизированной системе управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти

1.1 Основные задачи и цели создания автоматизированной системы управления технологическим процессом

Основными целями создания АСУ ТП являются:

- повышения надежности и качества ведения технологического процесса и безаварийной работы блока сепарации;
- стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- увеличение выхода и качества конечной продукции;
- предотвращение аварийных ситуаций;
- улучшение условий труда рабочего персонала;
- обеспечение надежного уровня организации управления технологическим процессом.

1.2 Назначение системы

Назначением системы является модернизация АСУ ТП «Блока сепарации (УКПН)».

Модернизация АСУ ТП предназначена для:

- автоматизации контроля и управления в реальном времени технологическим процессом приема, очистки нефти и отпуска газа;
- обеспечения безопасности технологического процесса;
- автоматического и дистанционного включения аварийной сигнализации при нарушении параметров технологического процесса, выход значений за аварийные и предаварийные пределы;

- выполнения заданного алгоритма работы технологического процесса путем контроля параметров технологических процессов и создания управляющих воздействий на исполнительных механизмах;
- предоставление всей информации на мониторе оператора о текущем состоянии работы технологического процесса;
- сбора и обработки данных о состоянии технологического оборудования;
- контроля параметров технологических процессов.

1.3 Цели создания системы

Целью создания системы АСУ ТП является:

- снижение эксплуатационных затрат, повышение качества и снижение потерь, снижение трудоемкости по контролю и управлению технологическим процессом;
- повышение безопасности, а также качества технологического процесса;
- улучшение условий труда технологического персонала;
- улучшения качества организации управления технологическим процессом.

1.4 Требования к техническому обеспечению

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

На период замены элементов системы должны быть предусмотрены меры и средства, обеспечивающие безопасное проведение процесса в ручном режиме.

Все внешние элементы технических средств, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства – иметь защитное заземление.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с сероводородсодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Технические средства системы по взрывопожароопасности должны соответствовать ПУЭ «Правила устройств электроустановок» [1] и ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [2].

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Для узла измерения давления газожидкостной смеси и газа в трубопроводе использовать расходомеры на базе диафрагм. Основная относительная погрешность измерения расходомера должна составлять не более 1 %.

Основная относительная погрешность датчиков температуры, вибрации, сигнализаторов должна составлять не более 0,2 %.

Для узла измерения уровня газожидкостной смеси в сепараторе использовать уровнемер, основная погрешность которого, измерения уровня должна составлять не более 0,5 %.

1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) автоматизированной системы включает в себя:

- системное ПО;
- инструментальное ПО;
- базовое прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать ГОСТ 61131-3-2016 «Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования» [3].

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

1.7 Требования к математическому обеспечению

Алгоритмы системы должны определяться на стадии проектирования системы и обеспечивать регламентированный режим работы и безаварийную остановку УКПН, а также снижение или исключение возможности ошибочных действий производственного персонала при ведении процесса. Алгоритмы системы должны разрабатываться на основе утвержденного технологического регламента.

1.8 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;

- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

2 Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти

2.1 Описание технологического процесса

Функциональная схема блока сепарации представлена в приложении А.

Блок сепарации представляет собой пару горизонтально направленных сепараторов I и II ступени сепарации газожидкостной смеси. Отделившаяся нефть в первом отсеке нефтегазосепаратора (НГС), поступает во второй отсек. Вода из первого отсека поступает на блочную кустовую насосную станцию (БКНС). Откачка воды корректируется положением уровня раздела сред. Откачка нефти из второго отсека корректируется уровнем взлива в данном отсеке.

Формирование сигналов управления запорной арматурой ПЛК производит на основании измерения уровней. В результате чего реализованы два контура регулирования: в первом отсеке сепаратора по уровню воды, а во втором отсеке – по уровню нефти. Помимо этого, введен третий контур регулирования давления выходного газа на факел.

Для решения задач управления процессом сепарации НГС оснащен набором датчиков, количество которых равняется количеству контролируемых параметров. При установке данных датчиков требуется не менее четырех люков для уровнемеров и сигнализатора предельного уровня.

В основе процедуры регулировки заложен принцип локальных автоматов, когда требуемый закон регулирования выполняется специализированными модулями регуляторов из состава контроллера, при этом общий контроль за состоянием НГС лежит на модуле процессора этого контроллера. Разведение задач регулирования и контроля на разные уровни комплекса повышает надежность, при этом упрощается локальная визуализация текущего состояния НГС.

Регуляторы могут работать в автоматическом и дистанционных режимах. Положения соответствующих переключателей "Управление ДИСТ/АВТ" определяют выбор режима работы регуляторов. Настройка регуляторов выполняется индивидуально для каждого. Данный процесс реализуется посредством массивов настроечных параметров, имеющих в контроллере управления. Процесс настройки возможно произвести несколькими путями: с местного пульта, а также с помощью АРМ оператора, при его наличии.

Таблица перечня вход/выходных сигналов (командных, управляющих, измерительных и сигнальных) приведена в приложении Б.

2.2 Выбор архитектуры автоматизированной системы

Архитектура автоматизированной системы характеризует ее общую логическую организацию, программно-аппаратное обеспечение, описывает методы кодирования и определяет интерфейс пользователя с системой.

ГОСТ Р ИСО 15704-2008 «Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия» [4] определяет архитектуру отдельной информационной системы как "описание (модель) основного взаиморасположения и взаимосвязей частей системы". Основными целями применения профилей при создании и применении АС являются:

- снижение трудоемкости, длительности, стоимости и улучшение других технико-экономических показателей проектов АС;
- повышение качества разрабатываемых или применяемых покупных компонентов и АС в целом при их разработке, приобретении, развитии и модернизации;
- обеспечение расширяемости АС по набору прикладных функций и масштабируемости в зависимости от размерности решаемых задач;

- обеспечение возможности функциональной интеграции в АС задач, ранее решавшихся отдельно;
- обеспечение переносимости прикладного программного обеспечения между разными аппаратно-программными платформами.

В качестве профиля прикладного программного обеспечения используется SCADA-система Simplight. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows 7. Профиль защиты информации включает в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств основывается на среде OpenPCS.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM блока сепарации приведена на рисунке 1.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM разбивает программное обеспечение на три уровня:

- прикладное программное обеспечение;
- внешняя среда;
- платформа сервисов.

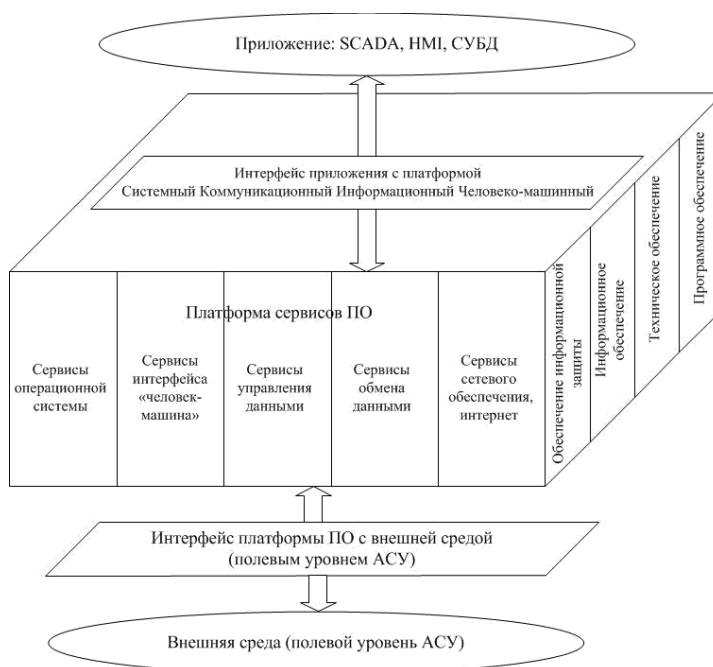


Рисунок 1 – Концептуальная модель блока сепарации архитектуры OSE/RM

Взаимодействия между программными компонентами системы сбора данных и управления SCADA, основанной на объектной модели COM/DCOM

(Microsoft), происходит за счет OPC (OLE for Process Control) стандарта. Структура взаимодействия OPC показана на рисунке 2.

Все датчики а также исполнительные устройства связаны со SCADA с помощью унифицированного токового сигнала (4–20) мА. Передача данных осуществляют последовательные линии связи RS-232, RS-422, RS-485, используются сети TCP/IP. PROFINET ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств» [5] обеспечивает доступ к устройствам полевого уровня (датчикам, исполнительным устройствам) со всех уровней управления. Данный стандарт поддерживает практически все существующие сети полевого уровня (PROFIBUS, Ethernet и др.).

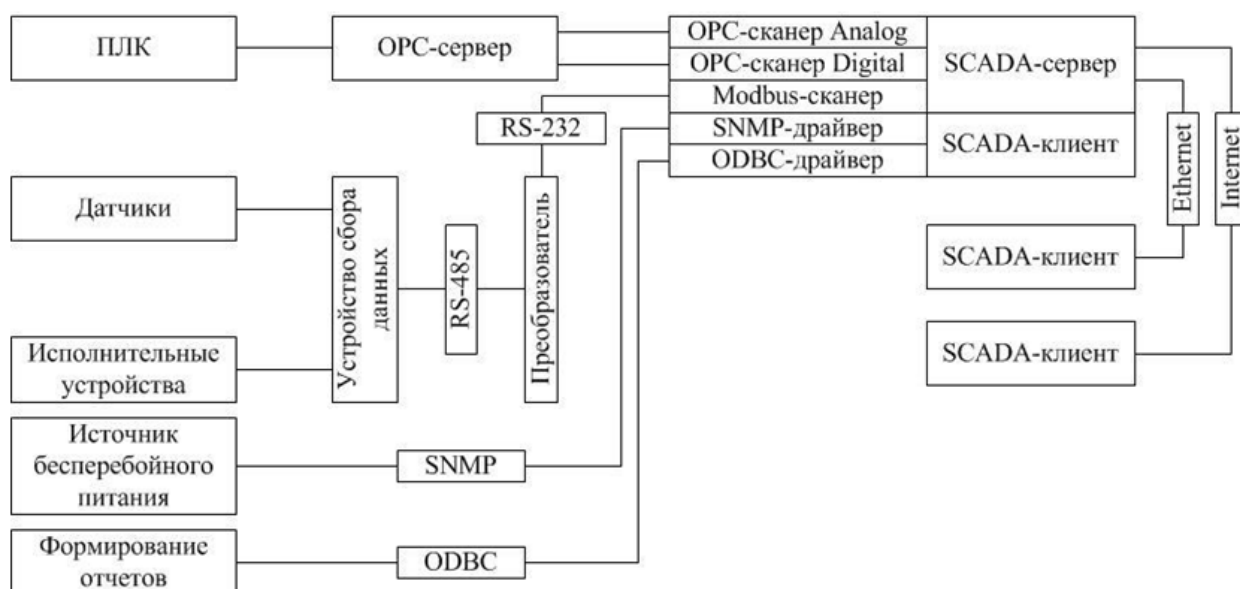


Рисунок 2 – Структура взаимодействия OPC

Связь источника бесперебойного питания со SCADA осуществляется с помощью протокола SNMP, который позволяет производить контроль сетевой инфраструктуры, а также дает возможность наблюдать за работой служб OSE/RM и анализировать отчеты о их работе в пределах заданного периода. SNMP осуществляет мониторинг состояния сети автоматизированной системы и управления сетевыми устройствами.

Формирование отчетов, а также информационный обмен данными в автоматизированной системе строится с использованием протокола ODBC,

который позволяет сразу оперировать с несколькими источниками данных. Основными стандартами OPC являются следующие:

- OPC DataAccess (DA), набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPC Alarms&Events (AE), уведомления о различных событиях;
- OPC DataExchange (DX), обмен данными между OPC-серверами через сеть Ethernet;
- OPC XML-DataAccess (XML-DA), формат обмена данными через Intranet-среду. Профиль среды АС должен включать в себя стандарт протокола транспортного уровня Modbus, стандарты локальных сетей (стандарт Ethernet IEEE 802.3 или стандарт FastEthernet IEEE 802.3), а также стандарты средств сопряжения проектируемой АС с сетями передачи данных общего назначения (в частности, RS-485, сети CAN, ProfiBus и др.).

Профиль защиты информации должен обеспечивать реализацию политики информационной безопасности. Функциональная область защиты информации включает в себя функции защиты, реализуемые разными компонентами АС:

- функции защиты, реализуемые операционной системой;
- функции защиты от несанкционированного доступа, реализуемые на уровне программного обеспечения промежуточного слоя;
- функции управления данными, реализуемые СУБД;
- функции защиты программных средств, включая средства защиты от вирусов;
- функции защиты информации при обмене данными в распределенных системах;
- функции администрирования средств безопасности.

Средства, встроенные в автоматизированную систему, должны отражать метод и технологию создания, сопровождения и развития конкретной автоматизированной системы. Функциональная область профиля инструментальных средств, встроенных в автоматизированную систему,

охватывает следующие функции централизованного управления и администрирования:

- ведение баз данных системы;
- управление конфигурацией прикладного программного обеспечения, тиражированием версий;
- контроль производительности и корректности функционирования системы в целом;
- управление доступом пользователей к ресурсам системы и конфигурацией ресурсов;
- восстановление работоспособности системы после сбоев и аварий;
- перенастройку приложений в связи с изменениями прикладных функций АС;
- настройку пользовательских интерфейсов (генерация экранных форм и отчетов) [6].

2.3 Разработка структурной схемы автоматизированной системы

Автоматизированная система управления блоком сепарации строится по принципу иерархического распределенного управления, в виде многоуровневой, функционально распределенной системы, которая состоит из подсистем, согласованно управляющая всеми производственными процессами.

АС обеспечивает взаимодействие различных уровней автоматизации:

- нижний, полевой уровень, к нему относятся: датчики, приборы, преобразователи, исполнительные механизмы, а также другие КИПиА, включая средства автоматики, встроенные в технологическое оборудование;
- средний, контроллерный уровень, к нему относятся: программируемые логические контроллеры, контуры автоматического регулирования, панель оператора;

– верхний, информационно вычислительный уровень, к нему относятся: мониторинг, резервирование и документирование технологического процесса, настройка, регулирование и управление всеми исполнительными механизмами и элементами, диагностика и обслуживание КИПиА [7].

Трехуровневая структура автоматизированной системы приведена в приложении В.

Различие между уровнями определяются выполняемыми функциями, задачами, а также техническими и программными средствами для реализации выполняемых задач.

Нижний уровень оборудования представлен в виде датчиков (уровнемер, сигнализатор уровня, датчики температуры и давления), измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительные устройства, которые воздействуют на параметры процесса. На этом уровне осуществляется согласование сигналов датчиков с входами устройства управления, а вырабатываемых команд с исполнительными устройствами.

Средний уровень управляет оборудованием. ПЛК получает информацию с контрольно-измерительного оборудования и датчиков о состоянии технологического процесса и выдает команды управления, в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления, на исполнительные механизмы.

На верхнем уровне идет контроль за производственной деятельностью: обеспечивается связь с нижними уровнями, откуда осуществляется сбор данных, мониторинг технологического процесса. Это уровень HMI, SCADA, на нем задействован оператор. Осуществляется локальный контроль технологического оборудования. Для осуществления контроля за механизмами и агрегатами применяется SCADA система. При получении данных система SCADA самостоятельно сравнивает их с заданными значениями управляемых параметров и при отклонении от задания уведомляет

оператора с помощью тревог, позволяя ему предпринять необходимые действия. При этом система записывает все происходящее, включая действия оператора, обеспечивая контроль действий оператора в случае аварии или другой нештатной ситуации. Таким образом, обеспечивается персональная ответственность управляющего оператора.

Структура АСУ ТП отвечает требованиям информационной интеграции, в ней реализованы стандартные информационные интерфейсы для обеспечения необходимого взаимодействия между ее компонентами и интерфейсы обмена данными с внешними для АСУ ТП системами. Также предусматривает масштабируемость, по мере строительства и ввода в эксплуатацию объектов, расширению и развитию АСУ ТП должна обладать свойствами, позволяющими осуществлять наращивание и интеграцию ее функциональных, информационных, организационных и инфраструктурных ресурсов [6].

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Она представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики. Вспомогательные устройства, такие, как редукторы, фильтры для воздуха, источники питания, соединительные коробки и другие монтажные элементы, на ФСА не показывают [8].

Как правило, ФСА выполняют на одном чертеже, на котором изображают аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной технологической установке.

На основании ФСА выполняют остальные чертежи проекта и составляют ведомости и заказные спецификации приборов и средств автоматизации.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [9] и ГОСТ 21.408-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» [10];

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [9] и приведена в Приложении А. На схеме выделены каналы измерения (1, 2, 3, 8, 11, 12) и каналы управления (4-5, 6-7, 9-10. Контур 4-5 и 9-10 реализуют автоматическую стабилизацию уровней в первом и втором отсеках сепаратора. Контур 6-7 реализует автоматическое поддержание давления в выходном трубопроводе газа на факел [11].

2.5 Разработка схемы информационных потоков блока подготовки газа

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении Е, включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний уровень (уровень архивного и корпоративной информационной системы (КИС) хранения).

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений.

На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передача ведется по протоколу Ethernet.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- уровень воды в 1 отсеке, мм;
- уровень воды во 2 отсеке, мм;
- объем воды на выходе, м³/ч;
- объем газа на выходе, м³/ч;
- давление газа на выходе, МПа;
- давление в сепараторе, МПа;
- уровень нефти сепараторе, мм;
- уровень воды в 1 отсеке, мм;

- уровень воды во 2 отсеке, мм;
- температура газожидкостной смеси в факельном сепараторе, °С.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид: AAA_BBB_CCCC_DDDDD, где

1. AAA – параметр, имеет 3 символа, может принимать следующие значения:

- DAV – давление;
- TEM – температура;
- URV – уровень;
- RAS – расход;
- UPR – управляющий сигнал;

2. BBB – код технологического объекта, имеет 3 символа:

- K01 – регулятор уровня К-1;
- K02 – регулятор давления К-2;
- K03 – регулятор уровня К-3;
- TRB – трубопровод;
- SPR – сепаратор;

3. CCCC – уточнение, может иметь не более 4 символов:

- GJSM – газожидкостная смесь;
- GAZ – газ;
- VODA – вода;
- VHOD – входной трубопровод в сепаратор;
- VYHD – выходной трубопровод;
- URV1 – уровень 1 отсека;
- URV2 – уровень 2 отсека;

4. DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- AVARH – верхняя аварийная сигнализация;
- REG – регулирование;

Знак подчеркивания _ служит для отделения одной части идентификатора от другой. Кодировка сигналов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка сигналов SCADA

Кодировка	Расшифровка кодировки
UPR_K01_URV1_REG	Управление задвижкой уровня 1 отсека
UPR_K02_GAS_REG	Управление задвижкой давления газа
UPR_K03_URV2_REG	Управление задвижкой уровня 2 отсека
RAS_TRB_GAS	Расход выходящего газа
RAS_TRB_VODA	Расход выходящей воды
RAS_TRB_NEFT	Расход выходящей нефти
DAV_TRB_GAS	Давление газа в выходном трубопроводе
URV_SPR_GJSM_AVARH	Аварийная граница уровня в сепараторе
DAV_SPR_GJSM_AVARH	Аварийная граница давления в сепараторе
TEM_SPR_GJSM	Температура газожидкостной смеси в сепараторе

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML.

Расписание генерации отчетов:

- каждый четный / нечетный час;
- каждые сутки;
- по требованию оператора.
- каждый месяц;

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема автоматизированной системы сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью. Сохранение данных в базе данных происходит при помощи модуля истории Simplight History. Данные, хранящиеся более трех месяцев, прореживаются для обеспечения необходимой дискретности [6].

2.6 Выбор средств реализации блока сепарации

Задачей данного пункта является выбор измерительных, исполнительных устройств, контроллерного оборудования, а также систем сигнализации.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций [12].

Программно-технические средства АС – комплект средств, обеспечивающий функционирование АС различного вида и уровня, это средства автоматизации, средства вычислительной техники, линии связи, приборные закладные, несущие конструкции. Включают в себя измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Выбор технического средства происходит путем удовлетворения требований, которые требуются для выполнения проектирование АС, ТЗ, в нормативно-технических документах по созданию АС. Выбор, учитывает в первую очередь соотношение «качество технического средства – цена технического средства».

Применено оборудование (приборы и датчики) взрывозащищенное со степенью защиты «взрывонепроницаемая оболочка», либо «искробезопасная электрическая цепь», которая обеспечивается таким же видом взрывозащиты входных блоков контроллера [6].

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования блока сепарации

В качестве контроллерного оборудования были рассмотрены следующие виды контроллеров: Siemens SIMATIC S7-300 и ControlLogix 1756-L3 5573. В таблице 2 приведены их сравнительные характеристики.

Данные контроллеры имеют сходства по нескольким параметрам, однако Siemens SIMATIC S7-300 уступает ControlLogix 1756, представленному на рисунке 3, в простоте интеграции, надежности и отказоустойчивости. ControlLogix 1756 имеет горячее резервирование, сертификат TUV на использование в приложениях, соответствующих SIL 2. Он использует широчайший спектр коммуникационных возможностей, аналогового, цифрового и специализированного ввода/вывода.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики Siemens SIMATIC S7-300 и ControlLogix 1756-L3 5573

Параметр	Siemens SIMATIC S7-300	ControlLogix 1756
Число задач	32	32
Доступная память пользователя, Мб	1,4	8
Память ввода/вывода, Кб	512	980
Максимальное количество дискретных входов/выходов	65536	128000
Максимальное количество аналоговых входов/выходов	4096	4000

Продолжение таблицы 2

Параметр	Siemens SIMATIC S7-300	CotrolLogix 1756
Опции связи	PROFINET	EtherNet/IP, ControlNet, DeviceNet, Data Highway Plus, Remote I/O, SynchLink
Соединения	Непрерывный	Непрерывный
Маркировка взрывозащиты	1ExsIIТЗ	1ExsIIТЗ
Класс пылевлагозащиты	IP67	IP67
Срок службы, лет	5	15

Данные контроллеры имеют сходства по нескольким параметрам, однако Siemens SIMATIC S7-300 уступает CotrolLogix 1756, представленному на рисунке 3, в простоте интеграции, надежности и отказоустойчивости. CotrolLogix 1756 имеет горячее резервирование, сертификат TUV на использование в приложениях, соответствующих SIL 2. Он использует широчайший спектр коммуникационных возможностей, аналогового, цифрового и специализированного ввода/вывода.



Рисунок 3 – Контроллер CotrolLogix 1756

В состав модульной конструкции ПЛК входят:

- источники питания;
- модули связи;
- модули интерфейса;
- модули дискретного ввода постоянного тока;
- модули дискретного вывода постоянного тока;
- модули аналогового ввода/вывода.

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Выбор датчика уровня

Выбор уровнемера проходил из следующих приборов: Nivelco Nivotrack, емкостной уровнемер МПУ100 и PiloTREK. В результате был выбран уровнемер радарного принципа действия PiloTREK, показанный на рисунке 4, так как имеется возможность его бесконтактного использования, а также он невосприимчив к окружающим факторам (температуре, давлению, и т.д.).



Рисунок 4 – Уровнемер PiloTREK

Уровнемер радарного принципа действия разработан для бесконтактного измерения уровня жидкого продукта в емкостях и сосудах различной формы, в которых отсутствуют помехи, препятствующие распространению радарных волн от уровнемера и имеющие высокую собственную частоту.

Таблица 3 – Основные характеристики PiloTREK

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	жидкость, нефтепродукты, газ

Продолжение таблицы 3

Техническая характеристика	Значение
Диапазон измерений, м	от 0.3 до 23
Абсолютная погрешность измерений, мм	± 3
Температура окружающей среды, °C	от минус 30 до 180
Рабочая температура, °C	от минус 40 до 130
Выходные сигналы	Выходной сигнал: аналоговый (4–20) мА с поддержкой цифрового интерфейса HART

В основе принципа работы уровнемера лежит измерение времени, за которое микроволновый импульс с высокой частотой (24 ГГц) проходит от излучателя уровнемера до поверхности продукта, и отразившись, вернется обратно. Излучение и прием микроволнового импульса происходит рупорной или стержневой антенной прибора. Точно зная время пролета импульса, измеренное радарным уровнемером, его электроника пересчитывает в расстояние до продукта измерения. Использование импульса высокой частоты позволяет добиться высокой точности измерения расстояния. Время продолжительности этого импульса составляет не более 0,8 нс.

2.6.2.2 Выбор датчика температуры

При выборе датчика температуры рассматривались: Rosemount 565, Rosemount 765 и Метран-280. Был выбран датчик температуры Метран-280 показанный на рисунке 5.

Датчик температуры Метран-280 предназначен для точных измерений температуры в составе автоматических систем управления технологическими процессами. Использование данного датчика допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким. Для передачи сигнала на расстояние используются двух проводные токовые линии.



Рисунок 5 – Метран-280

Таблица 4 – Основные характеристики Метран-280

Техническая характеристика	Значение
Выходной сигнал	(4–20) мА/HART
Исполнение	взрывозащищенное Exd
Диапазон измеряемых температур, °C	От минус 500 до 1000
Измеряемые среды	Газ, нефтепродукты, жидкость
Основная относительная погрешность, %	± 1,5
Тип датчика	Термоэлементы градуировки Pt100

Конструктивно Метран-280 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя, встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного термопреобразователя в Метран - 280 используются платиновые резистивные чувствительные элементы с номинальной статической характеристикой типа Pt100 по ГОСТ 6651-2009 «Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний» [13] ЭП преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока (4–20) мА с наложенным на него цифровым сигналом HART в стандарте Bell-202.

Данный датчик температуры имеет возможность проходить самодиагностику, переходит в режим насыщения при выходе температуры первичного преобразователя за пределы диапазона измеряемых температур. Имеет защиту от случайного изменения установленных параметров. Работает в режиме активного калибратора.

2.6.2.3 Выбор датчика давления

Выбор манометра проходил из следующих приборов: манометр для нефтяной промышленности MGS37 стандарта NACE, датчик давления Kobold PAD-R, Rosemount 3501 и Метран-150. Датчик Метран-150, представленный на рисунке 6, полностью удовлетворяет требованиям системы, поэтому был выбран именно он.

Датчик состоит из сенсорного модуля и электронного преобразователя. Сенсор состоит из измерительного блока и платы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Давление подается в камеру измерительного блока, преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сигнала.



Рисунок 6 – Датчик давления Метран-150

Для измерения избыточного давления был выбран Метран-150CG1

Таблица 5 – Основные технические параметры Метран-150 CG1

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкость, нефтепродукты, газ, пар
Диапазон измерений, кПа	От минус 6,3 до 6,3
Основная относительная погрешность, %	$\pm 0,15$
Температура окружающей среды, °C	от минус 55 до 80
Выходной сигнал	(4–20) мА/HART-протокол
Взрывозащитное исполнение	Искробезопасная электрическая цепь
Средний срок службы, лет	12
Средняя наработка на отказ, часов	150000
Межпроверочный интервал, лет	5
Расстояние передачи токового сигнала, км	до 1

Датчики давления Метран-150 имеют взрывозащищенное исполнение по ГОСТ Р 51330.0-99 [14], ГОСТ Р 51330.1-99 [15], ГОСТ Р 51330.10-99 [16]. Вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты "особовзрывобезопасный", маркировка по взрывозащите 0ExiaIICT5X. Вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" с уровнем взрывозащиты «взрывобезопасный» с маркировкой по взрывозащите 1ExdIICT6X или 1ExdIICT5X.

2.6.2.4 Выбор расходомера

Выбор расходомера проходил из следующих вариантов приборов: вихревой расходомер Rosemount 8800D, вихреакустический расходомер Метран-300ПР и Kobold TMU-R, показанный на рисунке 7. В результате анализа был выбран Kobold TMU-R, он подходит для работы с агрессивными средами имеет подходящий диапазон измерения расхода.

Беспроводные решения SmartWireless позволяют удаленно конфигурировать расходомеры и передавать данные, что увеличивает эффективность их использования.



Рисунок 7 – Электромагнитный расходомер Rosemount 8700

Массовый кориолисовый расходомер TMU-R производства Kobold работает на кориолисовом принципе измерения массового расхода. Прибор одновременно следит за температурой и плотностью измеряемой среды, а также вычисляет объемный расход. Возможно исполнение TMU-R с совмещенным и дистанционным преобразователем. Устройство может применяться для замера практически всех жидких и газовых сред, а также может быть использовано во многих традиционных сферах применения. Прибор широко эксплуатируется в различных отраслях промышленности. Массовый кориолисовый расходомер TMU-R используется как для точного дозирования, так и для загрузки и разгрузки.

Измеренная разность потенциалов усиливается и обрабатывается преобразователем, после чего происходит формирование выходных сигналов расходомера. Основные характеристики расходомера представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные характеристики Rosemount 8700

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	жидкость, нефть, газ
Степень защиты	IP 66/68, искробезопасное исполнение
Измерительный принцип	Кориолисовый
Измеряемый объемный расход, кг/ч	60
Приведенная погрешность измерений	$\pm 0,1$ шкалы
Температура измеряемой среды, °C	от минус 40 до 260
Выходные сигналы	(4–20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

2.6.2.5 Выбор сигнализатора уровня

В сепараторах дополнительно устанавливается сигнализатор предельного уровня, подающий сигнал при заполнении сепаратора. При выборе сигнализатора уровня рассматривались такие фирмы как: Liquiphant, Optiswitch и РИЗУР. Была выбрана фирма РИЗУР модели РИЗУР-900 показанный на рисунке 8. На работу данного сигнализатора не влияют турбулентные потоки и внешние вибрации, прибор имеет повышенную прочность.



Рисунок 8 – Сигнализатор уровня РИЗУР-900

Сигнализатор серии РИЗУР-900 имеет функцию самодиагностики электроники и состояния сенсора. Сигнализатор оснащен контрольной точкой на корпусе. При поднесении к ней магнита запускается режим самодиагностики, а также возможен переход в режим настройки сигнализатора. С помощью магнита в соответствии с руководством по эксплуатации возможны: изменение времени задержки срабатывания сигнализатора; инвертация выходного сигнала; выбор режима чувствительности сигнализатора; выбор порога срабатывания; калибровка «сухого» и «мокрого» состояния сенсора.

Таблица 7 – Основные технические характеристики РИЗУР-900

Техническая характеристика	Значение
Температура рабочей среды, °С	от минус 196 до 500
Погрешность, мм, не более	2
Количество точек срабатывания	до 8
Степень защиты корпуса	IP67
Средний срок службы, лет	20
Минимальная плотность рабочей среды, кг/м ³	300

Принцип действия сигнализатора основан на определении затухания акустических импульсов в чувствительном элементе, которое значительно увеличивается при погружении его в контролируемую среду.

Корпус и крышка, изготовлены из алюминиевого сплава методом литья. Под крышкой размещены зажимы для подключения кабеля, который вводится в корпус через кабельный ввод. На корпусе сигнализатора находится светодиодный индикатор, показывающий состояние контролируемой среды и исправность сигнализатора. В сигнализаторе РИЗУР-900 чувствительный элемент изготовлен из трубки с наружным диаметром (16–20) мм. Генерация ультразвуковых импульсов и их прием производится пьезопреобразователем, размещенным в непосредственной близости от корпуса.

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана и электропривода

Исполнительное устройство – устройство системы автоматического управления или регулирования, воздействующее на процесс в соответствии с получаемой командной информацией. Состоит из двух функциональных блоков: исполнительного механизма и регулирующего органа и может оснащаться дополнительными блоками.

В качестве регулирующего клапана будет использован 25с998нж Ду25 показанный на рисунке 9. Клапан регулирующий 25с998нж применяется для непрерывного регулирования параметров рабочей среды, путём изменения пропускной способности.



Рисунок 9 – Клапан регулирующий 25с998нж

25 – Тип: Клапан регулирующий

с – Корпус: Углеродистая сталь

9 – Привод: Электрический

98 – Модель: 98

нж – Уплотнение: Коррозионностойкая (нержавеющая) сталь

Клапан регулирующий двухседельный стальной фланцевый 25с998нж Ду25 предназначен для регулирования расхода рабочей среды в трубопроводе, оснащен электроприводом Regada SP 2.4-Ex и может дистанционно управлять технологическими процессами.

Таблица 8 – Основные технические характеристики клапана регулирующего 25с998нж

Техническая характеристика	Значение
Рабочая среда	вода, пар, масло, жидкие нефтепродукты, воздух, газообразные углеводороды, жидкие углеводороды, аммиак
Максимальное давление, атм	63
Условная пропускная способность Kvy, м3/ч	1.6
Рабочая температура, °С	от минус 40 до 425
Материал корпуса	Сталь
Присоединение	Фланцевое

Для управления регулирующим клапаном был выбран электропривод Regada SP 2.4-Ex показанный на рисунке 10.



Рисунок 10 – Встроенный электропривод Regada SP 2.4-Ex

Таблица 9 – основные технические характеристики Regada SP 2.4-Ex

Техническая характеристика	Значение
Тип сигнала управления, мА	4–20
Класс защиты	IP 67
Тип двигателя	Асинхронный
Температурный диапазон, °С	от минус 25 до 55

Габаритные размеры приведены на рисунке 11.

номинальным переменным напряжением до 660 В. частоты до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В [17].

Прокладку кабелей автоматизации следует выполнять согласно СНиП 3.05.07-85 «Строительные нормы и правила системы автоматизации» [18], РМ14-177-05 «Инструкция по монтажу электрических проводок систем автоматизации» [19] и ПУЭ «Правила устройств электроустановок» [1], преимущественно, с использованием кабельных и совмещенных конструкций. Конструкции для прокладки кабелей должны выполняться из негорючих материалов. Стойки, полки, короба и лотки должны быть металлическими [6].

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ «Правила устройств электроустановок» [1] и дополнительные правила разделения цепей:

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В. переменного тока и 24 В. постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;
- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для взаиморезервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

2.6.5 Выбор алгоритмов управления автоматизированной системой блока сепарации

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ остановки технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме);
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование давления, и т. п.) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В данной выпускной квалификационной работе разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром [8].

Для представления алгоритма пуска/остановки и сбора данных используем ГОСТ 19.002-80 «Схемы алгоритмов и программ. Правила выполнения» [20].

2.6.5.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры в сепараторе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры в сепараторе представлен в приложении 3.

2.6.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. ПИД-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения [21].

Процесс регулирования давления осуществляется следующим образом. На вход блока управления поступают заданное $y^*(t)$ и текущее $y(t)$ значения регулируемой величины. Блок управления вычисляет рассогласование $e(t) = y^*(t) - y(t)$, на основе которого формирует управляющий сигнал $u(t)$, подаваемый на вход исполнительного устройства.

Задание по давлению сравнивается с текущим значением давления, полученным при помощи датчика давления. По рассогласованию регулятор уровня формирует задание по положению регулирующего органа. Заданное положение сравнивается с текущим, полученным от датчика положения

регулирующего органа. На основе рассогласования по положению блок управления формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм.

Модель структурной схемы автоматического регулирования в пакете программ Matlab в среде Simulink представлена в приложении Ж, а также приведена на рисунке 12 [8].

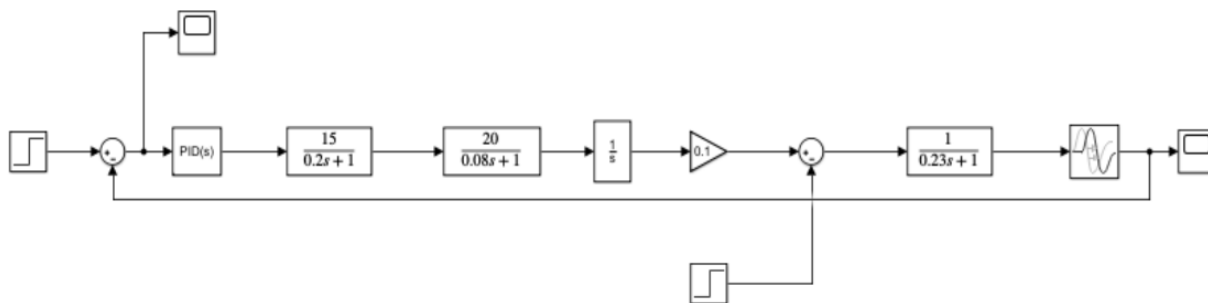


Рисунок 12 – Структурная схема регулирования

Выбор параметров ПИД регулятора осуществлялся с использованием автоматической настройки ПИД регулятора в среде Matlab для получения приемлемой характеристики переходного процесса. Приблизненные значения составляют: $K_p=0,0057$; $K_d=0,0055$; $K_I=0,000087$. На рисунке 13 показан график переходного процесса.

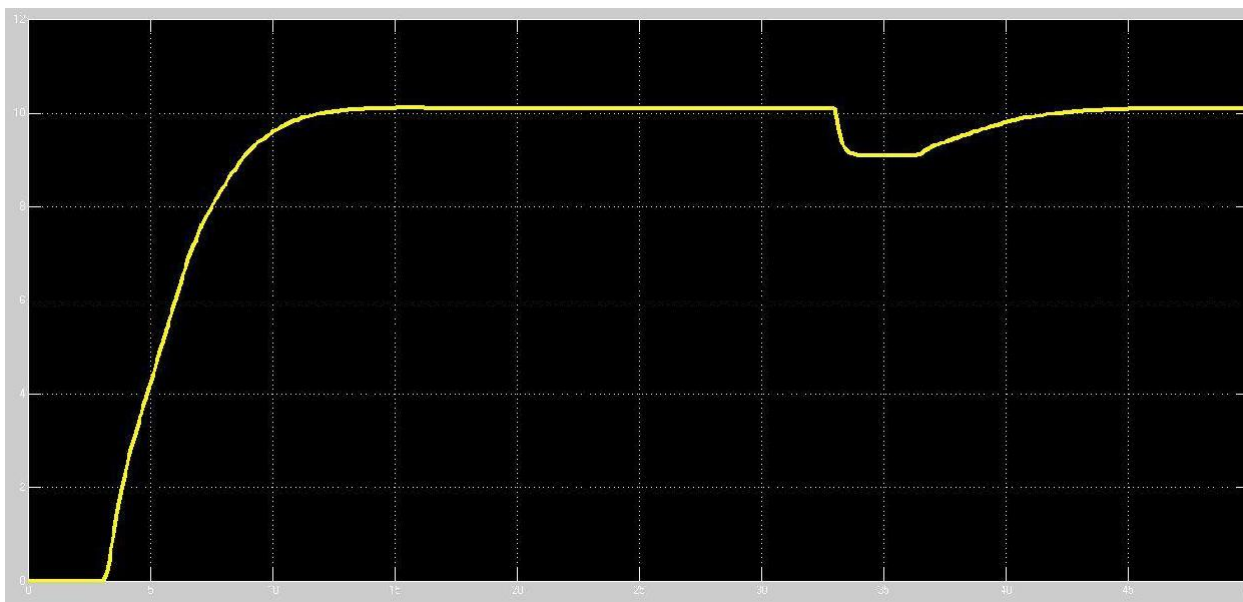


Рисунок 13 – График переходного процесса

В результате получаем время переходного процесса равное 12 секунд. Также наблюдается поддержание заданного значения расхода при

возникновении возмущения в виде включения контрольной линии для режима поверки метрологических характеристик.

2.6.6 Экранные формы автоматизированной системы блока сепарации

Управление в автоматизированной системе блока сепарации реализовано с использованием SCADA-системы Simplight. Она предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в надежности, стоимости и безопасности, также обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии.

Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей [6].

2.6.6.1 Разработка дерева экранных форм

Дерево экранных форм приведено в приложении К. Пользователь (диспетчер по обслуживанию, старший диспетчер, руководитель) имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова.

При старте проекта появляется экран авторизации пользователя, в котором предлагается ввести логин и пароль. После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов БС: Сепаратор I ступени, сепаратор II ступени и каналы

регулирования давления, уровня. Кроме того, с мнемосхемы основных объектов пользователь имеет прямой доступ к карте нормативных параметров сепаратора [6].

2.6.6.2 Разработка экранных форм автоматизированной системы блока сепарации

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места.

Для входа в приложение под соответствующим вам именем и паролем необходимо нажать кнопку **Пользователь** в левом верхнем углу приложения. На экране появится окно ввода, как на рисунке 14.



Рисунок 14 – Окно ввода

2.6.6.3 Область видеокадра

Видеокадры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокадров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;

– табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации [11].

В области видеокadra АРМ оператора доступна мнемосхема сепаратора I ступени.

В среде LabView была разработана и составлена мнемосхема (экранная форма) технологического процесса. Мнемосхема показывает состояние датчиков и исполнительных элементов, которые участвуют в производственном процессе, а также изменение их показателей [8].

На мнемосхеме «Сепаратор I ступени» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек.

Мнемосхема представлена на рисунке 15, а также в приложении Л.

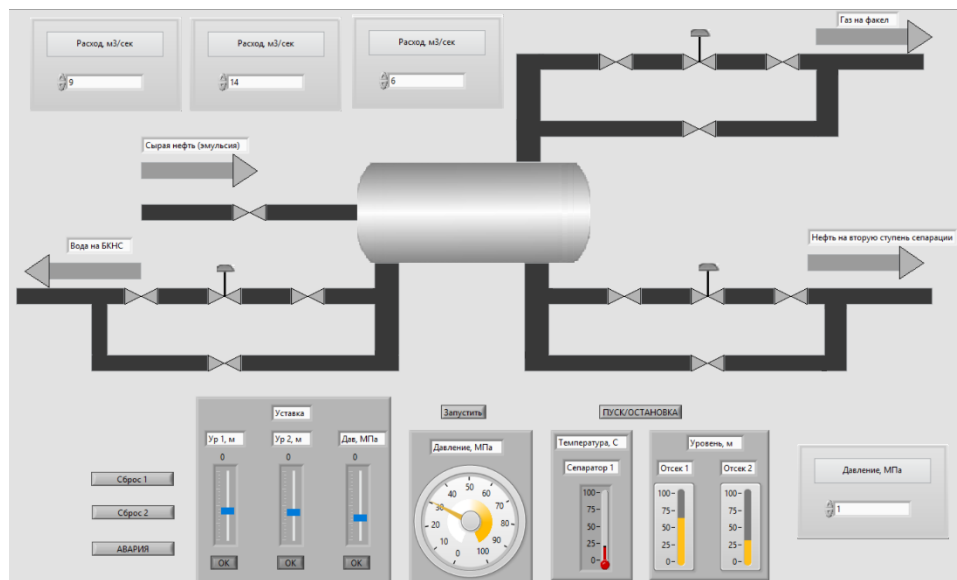


Рисунок 15 – Мнемосхема

2.6.6.4 Мнемознаки

На рисунке 16 представлен мнемознак аналогового параметра.

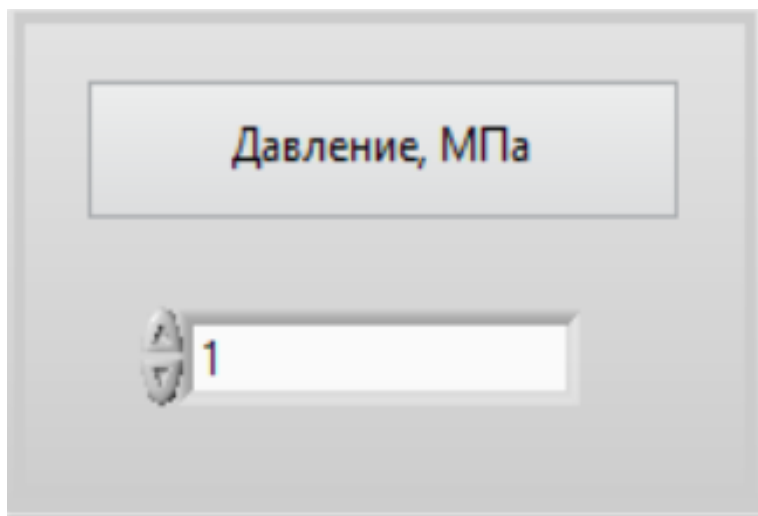


Рисунок 16 – Мнемознак

В нижней части отображается значение аналогового параметра.

Приняты следующие цвета основной для отображения аналогового параметра:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;
- темно-серый цвет – параметр недостоверен;
- коричневый цвет – параметр маскирован.

Мнемознак лампочка имеет следующие цветовые обозначения:

- красный цвет – предельный уровень;
- желтый цвет – допустимый уровень;
- серый цвет – параметр в норме.

Красный цвет основной части сопровождается миганием до тех пор, пока оператор не выполнит операцию квитирования, т.е. не подтвердит факт установки аварийного состояния аналогового параметра.

Прямоугольник белого фона используется для отображения, как дискретных состояний, так и предельных значений аналогового параметра, и принимает следующий вид:

- состояние 1 – красный цвет – предельный нижний уровень (значение дискретного параметра).
- состояние 2 – желтый цвет – допустимый нижний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 3 – зеленый цвет – норма;
- состояние 4 – желтый цвет) – допустимый верхний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 5 – красный цвета) – предельный верхний уровень (значение дискретного параметра).

В верхней части отображается единица измерения аналогового параметра.

Мнемознак задвижки имеет следующие цветовые обозначения:

- зеленый цвет – задвижка открыта;
- желтый цвет – задвижка закрыта;
- периодическая смена зеленого и желтого цветов – задвижка открывается/закрывается;
- серый цвет – неопределенное состояние [6].

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Потенциальными потребителями результатов проектной разработки являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие УКПН. Для данных предприятий осуществляется модернизация автоматизированной системы управления блока сепарации первой ступени.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.1 Организация и планирование работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение

исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ показан в таблице 10.

Таблица 10 – Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ

Основные этапы	Номер работ	Содержание работ	Исполнитель	Загрузка исполнителей, %
1	2	3	4	5
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	НР	НР-100
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	НР-30 И-100
	3	Разработка календарного плана	НР, И	НР-100 И-100
	4	Разработка функциональной схемы автоматизации	И	И-100
	5	Выбор архитектуры АС	НР, И	НР-100 И-100
	6	Разработка структурной схемы АС	НР, И	НР-100 И-100
	7	Разработка схемы информационных потоков АС	И	И-100
	8	Выбор средств реализации АС	И	И-100
	9	Разработка схемы соединения внешних проводок	И	И-100

Продолжение таблицы 10

Основные этапы	Номер работ	Содержание работ	Исполнитель	Загрузка исполнителей, %
1	2	3	4	5
	10	Выбор алгоритма управления АС	НР, И	НР-100 И-100
	11	Разработка экранных форм АС	НР, И	НР-100 И-100
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации и по ОКР)	12	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И-100

3.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может, осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя научно исследовательской работы (НИР) не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул:

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5} \quad (1)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 * t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (2)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях $T_{РД}$ ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} * K_{Д} \quad (3)$$

где $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_d = 1-1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{KD} = T_{RD} * T_K \quad (4)$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{RD} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

T_K – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$T_K = \frac{T_{KAL}}{T_{KAL} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (5)$$

где T_{KAL} - календарные дни ($T_{KAL} = 365$);

$T_{ВД}$ - выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ - праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_K = \frac{365}{365-52-14} = 1,22 \quad (6)$$

Трудозатраты на выполнение проекта приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ чел/дн			
					T_{RD}		T_{KD}	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания	НР	1	2	1,4	1,4	–	2	–

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	2	5	3,2	0,3	3,2	0,4	3,9
Разработка календарного плана	НР, И	0,5	1	0,7	0,4	0,7	0,5	0,8
Разработка функциональной схемы автоматизации	И	1	2	1,4	–	1,4	–	1,7
Выбор архитектуры АС	НР, И	2	3	2,4	0,8	2,4	1	2,9
Разработка структурной схемы АС	НР, И	2	4	2,8	0,8	2,8	1	3,4
Разработка схемы информационных потоков АС	И	0,5	1	0,7	–	0,7	–	0,8
Выбор средств реализации АС	И	1	3	1,8	–	1,8	–	2,2
Разработка схемы соединения внешних проводок	И	1	3	1,8	–	1,8	–	2,2



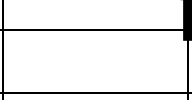

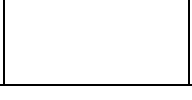

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выбор алгоритма управления АС	НР, И	1,5	4	2,5	0,8	2,5	1	3
Разработка экранных форм АС	НР, И	2	5	3,2	1	3,2	1,2	3,9
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	1	3	1,8	–	1,8	–	2,2
Итого:				23,7	5,5	22,3	7,1	27

На основе данных из таблицы 11 построим линейный график работ.

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. На таблице 12 приведен линейный график работ за период времени дипломированная.

Таблица 12 – Линейный график проекта

Этап	НР	И	Апрель		Май		
			10-20	21-30	1-10	11-20	
1	2	3	4	5	6	7	
	2	-					
	0,4	3,9					
	0,5	0,8					
	-	1,7					
	1	2,9					
	1	3,4					

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4		5	6		7
	-	0,8						
	-	2,2						
	-	2,2						
0	1	3						
1	1,2	3,9						
2	-	2,2						

3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.2.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 4 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах $(5 \div 20) \%$ от стоимости материалов. Расчёт затрат на материал приведён в таблице 13.

Допустим, что транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны: $C_{\text{мат}} = 1700 * 1,05 = 1785$ руб.

Таблица 13 – Расчёт затрат на материал

Наименование материалов	Цена за ед. руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	325	2	650
Светостойкие чернила для печати	950	1	950
Ручка	30	2	60
Карандаш	20	2	40
Итого:			1700

3.2.2 Расчет заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере $(20 - 30) \%$

от тарифа или оклада. Оклад берется согласно действующей тарифной сетке работодателя. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 14.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Дневная з/плата = Месячный оклад/ 24,9 дней.

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 14. При расчете учитывалось, что в году 299 рабочих дня и, следовательно, в месяце 24,9 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе). Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: К_{ПР} = 1,1; К_{доп. ЗП} = 1,188; К_р = 1,3. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент К_и = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699. Вышеуказанное значение К_{доп. ЗП} применяется при шестидневной рабочей неделе.

Таблица 14 – Расчеты затрат на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./ мес.	Среднедневн ая ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффи циент	Фонд з/платы, руб.
НР	33664	1351,97	6	1,699	13781,92
И	9489	381,08	23	1,62	14199,04
Итого:					27980,96

3.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц} = C_{зп} * 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{соц} = 27980,96 * 0,3 = 8394,29$ руб.

3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * \text{Ц}_{\text{э}} \quad (7)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $\text{Ц}_{\text{э}} = 6,59$ руб./кВт час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 12 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{РД}} * K_t \quad (8)$$

где K_t меньше или равен 1 – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{РД}}$, определим, что $K_t = 0,8$ для ПК и $K_t = 0,010$ для принтера.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОБ}} = P_{\text{ном.}} * K_C \quad (9)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

K_C меньше или равен 1 – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $C_{эл.об.}$, руб
1	2	3	4
Персональный компьютер	142,72	0,3	282,16
Струйный принтер	1,784	0,1	1,17
Итого:			283,33

3.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. При этом используется следующая формула:

$$C_{AM} = \frac{H_A * C_{ОБ} * t_{рф} * n}{F_D} \quad (10)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Определим H_A для ПК, воспользуемся для этого постановлением правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы» из него мы получим рамочное значение сроков амортизации (полезного использования) оборудования для ПК оно составляет от 2 до 3 лет. В нашей работе мы зададим, что срок амортизации для ПК 2 года.

Тогда $N_A = \frac{1}{2} = 0,5$ так как является обратной величиной от срока амортизации.

Определим $C_{ОБ}$ Стоимость ПК составляет 70000 рублей, ТЗР составляет 5 %, тогда $C_{ОБ} = 73500$ рубля.

Определим F_d для ПК в 2020 г. Так как количество рабочих дней при шестидневной рабочей недели составляет 299 то $F_d = 299 * 8 = 2392$ часа.

Фактическое время работы оборудования возьмем из таблицы 15 для ПК оно равно 142,72 часа.

В данной работе применяется один ПК поэтому $n = 1$.

Тогда $C_{АМ}$ для ПК равно:

$$C_{АМ} = \frac{0,5 * 73500 * 142,72 * 1}{2392} = 2192,71 \quad (11)$$

Теперь определим $C_{АМ}$ для принтера $N_A = 0,5$, $C_{ОБ} = 8700$ рублей, $F_d = 2392$ час, $t_{рф} = 1,784$ час, $n = 1$, тогда:

$$C_{АМ} = \frac{0,5 * 8700 * 1,784 * 1}{2392} = 3,244 \quad (12)$$

Итого начислено амортизации 2195,95 рубля.

3.2.6 Расчет прочих расходов

В данной статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их примем равными 10 % от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам.}) * 0,1 \quad (13)$$

Тогда для нашего проекта $C_{проч.} = (1785 + 27980,96 + 8394,29 + 283,33 + 2195,95) * 0,1 = 4063,95$ рублей.

3.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

В таблице 16 после проведения расчетов по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость нашего проекта.

Таблица 16 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1785
Заработная плата	$C_{\text{зп}}$	27980,96
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	8394,29
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	283,33
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам.}}$	2195,95
Прочие расходы	$C_{\text{проч.}}$	4063,95
Итого:		44703,48

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 44673,83$ рублей.

3.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Так как мы не располагаем данными для применения «сложных» методов, то прибыль примем в размере 20 % от полной себестоимости проекта. В нашем проекте она составляет 8941,19 руб. 20 % от расходов на разработку проекта.

3.2.9 Расчет НДС

Так как НДС составляет 20 % от суммы затрат на разработку и прибыль. То в нашем случае НДС = $(44703,48 + 8941,19) * 0,2 = 10729$ рублей.

3.3 Цена разработки НИР

Цена разработки НИР равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, тогда $C_{\text{нир}} = 44703,48 + 8941,19 + 10729 = 64373,67$ рублей.

3.4 Оценка экономической эффективности проекта

Качественная оценка. В процессе модернизации ожидаются следующие эффекты: снижение эксплуатационных затрат, повышение качества производительности УКПН, снижение потерь, снижение трудоемкости по контролю и управлению технологическим процессом, повышение безопасности, а также улучшения качества организации управления технологическим процессом.

Количественная оценка результатов, достигнутых в процессе модернизации АС блока сепарации I ступени невозможна, ввиду отсутствия данных об условиях и режиме эксплуатации объекта управления. Следовательно, невозможна и оценка экономической эффективности от внедрения результатов работы.

4 Социальная ответственность

В последнее время требования к социальной стороне приобретают все большую значимость деятельности организаций. На сегодняшний день понятие социальной ответственности организаций играют большую роль, которая включает производство продукции и оказание услуг надлежащего качества, соблюдение прав персонала на труд, выполнение требований к безопасности и гигиене труда, а также промышленной безопасности и охране окружающей среды. Охрана труда должна обеспечивать безопасные условия труда и предпринимать соответствующие меры путем сокращения, в возможных пределах, факторов опасности, характерных для деятельности организации, и предотвращения несчастных случаев и ущерба здоровью, которые могут быть следствием выполняемой работы или произойти в процессе ее выполнения.

В данной работе будет рассматриваться разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом блока сепарации установки комплексной подготовки нефти расположенном на «Азнакаевскнефть», г. Азнакаево (ОАО «Татнефть»). Рабочее место оператора АСУ ТП (SCADA – системы) или АРМ оператора обычно представляет собой консоль управления, в состав которой входят клавиатура, мышь, монитор (один или, что бывает чаще, несколько), а также другие вспомогательные устройства (колонки, микрофон, различные средства управления и т.д.). Полная автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Тогда, роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой системы, оборудования, технологическим процессом по настройке и наладке аппаратуры. Оператор АСУ ТП осуществляет контроль над параметрами технологического процесса, управления и принятия решений в случае возникновения внештатных ситуаций.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно режиму рабочего времени, ст. 100 ТК РФ [22] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности ст. 103 ТК РФ [23], обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырехбригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК РФ [24] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

– Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

4.1.1 Эргономические требования к рабочему месту

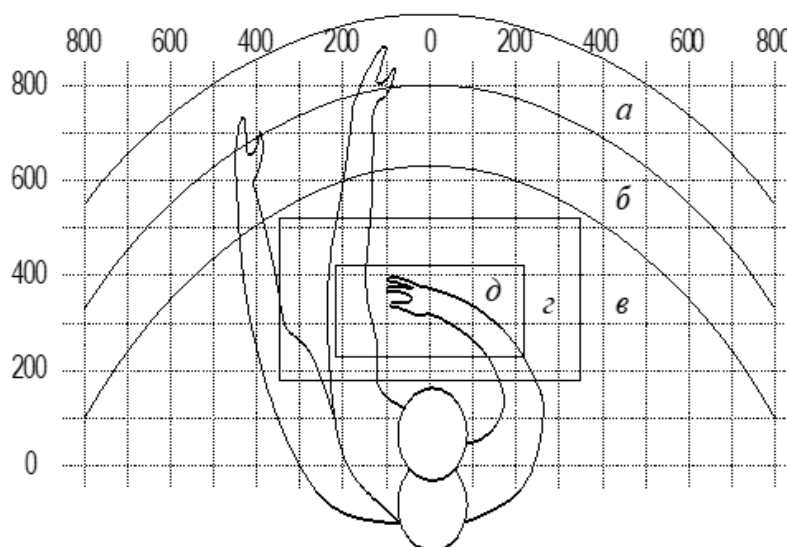


Рисунок 17 – Положение предметов на рабочем месте

На рисунке 17 представлены зоны досягаемости:

- а – зона максимальной досягаемости;
- б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в – зона легкой досягаемости ладони;
- г – оптимальное пространство для грубой ручной работы;
- д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [25]:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне «Г/д»;
- «мышь» – в зоне «в» справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – «б», а в выдвижных ящиках стола – редко используемая литература.

4.1.2 Окраска и коэффициенты отражения

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло-оранжевого или оранжево – желтого цвета, пол – красновато – оранжевый;
- окна ориентированы на восток – стены желто-зеленого цвета, пол зеленый или красновато-оранжевый;
- окна ориентированы на запад – стены желто-зеленого или голубовато-зеленого цвета, пол зеленый или красновато-оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения для потолка (60-70), для стен (40-50), для пола около 30.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов

При выборе факторов используем ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [27]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при работе оператора АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработк а	Изготовле ние	Эксплуатац ия	
1	2	3	4	5
1. Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278
3. Отклонение показателей микроклимата		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
4. Превышение уровня шума	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96
5. Поражение электрическим током		+	+	ГОСТ 12.0.003-2015

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
6. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	+	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015

4.2.2 Анализ вредных факторов

4.2.2.1 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Оператор АСУ ТП выполняет свою работу за персональным компьютером, который является источником электромагнитных полей в широком диапазоне частот. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к онкологическим заболеваниям.

Для исключения негативного воздействия от электромагнитных полей необходимо руководствоваться нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/ 2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [28]. Требования к уровням

электромагнитных полей на рабочих места, оборудованных ПВМ представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 Гц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Для снижения риска воздействия электромагнитного излучения будет использоваться жидкокристаллический монитор, излучение которого соответствуют требованиям СанПиН 2.2.2/ 2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [28]. Необходимо заземлить компьютер, а также соблюдать расстояние от монитора до работника, оно должно составлять не менее 50 см.

4.2.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Хорошее освещение помещений на производстве обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Качественное освещение дает возможность: сохранить зрение работника, состояние его центральной нервной системы, безопасность на производстве, производительность труда.

Недостаток качественного освещения может привести к снижению или даже потере зрения работника, негативно сказаться на работе центральной нервной системы, а также снижению производительности труда и безопасности на производстве. По нормам освещенности, согласно СП

52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» [29], работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещённости для работы за ПК приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Нормирование освещенности для работы с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО ен, %, при	
									верхнем или комбинированном	боковом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	2118**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	2418**	2015***	2,5	0,7

Рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы был отчетливо виден процесс работы, не напрягая зрения, а также исключая прямое попадание источника света в глаза. Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5-1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. Светильники аварийного освещения присоединяются к независимому источнику питания, а светильники для

эвакуации людей к сети независимого от рабочего освещения. Для аварийного освещения применяют светильники с лампами накаливания.

4.2.2.3 Отклонение показателей микроклимата

Факторами, определяющими микроклимат производственного помещения, являются: температура; влажность воздуха; скорость движения воздуха. Факторы нормируются в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96.

Выделяются допустимые значения показателей микроклимата и оптимальные показатели микроклимата. При оптимальных микроклиматических условиях обеспечивается сохранение нормального функционального и теплового состояния организма, создаются предпосылки для высокого уровня трудоспособности. При допустимых микроклиматических условиях не возникают повреждения или нарушения состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

По степени физической тяжести работа оператора АСУ относится к категории легких работ. В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям, СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [30] и приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, 0С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23-25	40-60	0,1
Теплый	Категория 1а	20-22	40-60	0,1

В зимнее время, в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

4.2.2.4 Превышение уровня шума

В связи с большим количеством оборудования в рабочей зоне, повышается количество шума. Шум неблагоприятно действует на организм человека, вызывает головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции, повышаются, а при чрезвычайно интенсивном действии понижаются возбудительные процессы в коре головного мозга. Воздействие шума повышает пороги слышимости звуковых сигналов, снижает остроту зрения и нарушает нормальное цветоощущение.

При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА.

Для уменьшения негативного действия шума могут быть предприняты следующие меры:

- рациональная планировка производственного помещения, снижающая уровень шума (экранирование рабочего места);
- применение звукоизоляционных материалов;
- применение техники, производящей минимальный шум.

4.2.3 Анализ опасных факторов

4.2.3.1 Поражение электрическим током

При работе с компьютером существует опасность поражения электрическим током, при соприкосновении с нетоковедущими частями (повреждение изоляции кабельной оболочки). Также имеется возможность короткого замыкания в блоке питания. Поражение электрическим током

приводит к нарушению работы сердечно-сосудистой, центральной нервной систем или даже смерти.

Согласно ГОСТ Р МЭК 60950-2002 «Безопасность оборудования информационных технологий» [31] рабочее место находится в помещении без повышенной опасности. Помещение сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха.

Безопасность при работе можно достичь, применяя технические и организационные меры. Основные мероприятия от поражения электрическим током:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

В процессе эксплуатации УКПН, а именно хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. К числу опасных негативных воздействий на литосферу можно отнести несанкционированный выход углеводородов из зоны их хранения и обработки, приводящее к загрязнению почвы, поскольку оно кардинально меняет ее свойства. Нефть обволакивает почвенные частицы, в результате почва не смачивается водой, гибнет микрофлора, растения не получают должного питания. Частицы почвы слипаются, а сама нефть постепенно переходит в иное состояние, ее фракции становятся более окисленными, затвердевают, а при высоких уровнях загрязнения почва напоминает асфальтоподобную массу.

4.3.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Очистку нефтезагрязненной почвы проводят удалением нефти из почвы выдавливанием с помощью драг – заполненных песком труб диаметром от 20 до 70 см, которые попеременно перемещают от одного края участка к другому с помощью лебедок, установленных на разных краях участка. Очистка проводится до прекращения выдавливания нефти из земли, после чего участок может быть оставлен на самовосстановление после внесения минеральных удобрений. Метод позволяет механически очищать землю от нефти с учетом сезонного фактора (с ранней весны до поздней осени). При этом не нарушаются зачатки естественной растительности в толще торфа, что впоследствии приводит к эффективному возобновлению естественных фитоценозов. А также очистка почвы производится снятием загрязненного грунта с использованием техники (бульдозеры, экскаваторы) для удаления нефтезагрязненного слоя как при замерзшем, так и оттаявшем грунте. Важным условием является способность грунта выдерживать тяжелую технику.

В соответствии с ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами.» [32] утилизация твердых бытовых отходов: деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла и обеспечение повторного использования или переработки списанных изделий. Утилизацию твердых бытовых отходов производства выполняет ООО «Полигон ТБО», которая находится в зоне обслуживания «Азнакаевскнефть», г. Азнакаево (ОАО «Татнефть»).

В связи с истечением срока службы конкретного устройства, будь то принтер, системный блок или любое другое оборудование, если устройство не подлежит ремонту, то его необходимо списать, а в дальнейшем утилизировать.

Утилизация методом термообработки такого материала как пластик, влечёт за собой загрязнение окружающей среды. Загрязнением является принесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических факторов, приводящих к

превышению в рассматриваемое время естественного среднесуточного уровня концентраций перечисленных агентов в среде, и, как следствие, к негативным воздействиям на людей и окружающую среду. Поэтому используется утилизация способом захоронения. Захоронение твердых отходов – это способ утилизации, при котором они размещаются на специально отведенных полигонах, называемых объектами захоронения.

Также осуществляется переработка полимерных отходов в исходный продукт, в соответствии с ГОСТ Р 54533-2011 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов» [33] это химическое превращение в мономер или производство новых сырьевых материалов посредством изменения химической структуры полимерных отходов с помощью крекинга, газификации, деполимеризации, исключая энергетическую ликвидацию или сжигание. Данный вид утилизации (переработки) является наиболее привлекательным, в связи с тем, что конечный продукт может быть пригоден для дальнейшего использования, а также он экологически безопасен, но проблемой данного способа является его большая стоимость. Поэтому переход на него осуществляется постепенно.

По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу (бензол, фенол, оксид углерода, диоксид серы, сероводород, углеводороды), определяются с помощью методических указаний по санитарной охране атмосферного воздуха в районах размещения предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности [34]. Согласно методике, проводится инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, разработка норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, планирование работ по снижению выбросов, проведение контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Чрезвычайная ситуация – это совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями зданий, сооружений, материальных ценностей, поражения и гибелью людей.

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага. Пожары на предприятиях и в быту приносят значительный материальный ущерб, поэтому пожарной безопасности уделяют особое внимание.

К основным причинам пожаров на нефтебазах можно отнести следующие:

- переполнение при наливке резервуара, что приводит к предельной концентрации взрывоопасной смеси под верхней крышей резервуара;
- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- нагрев резервуаров в летний период, особенно в районах с жарким климатом;
- несоблюдение правил пожарной безопасности на территории нефтебаз (курение и т. п.).

4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций и разработка порядка действия в случае возникновения чрезвычайной ситуации

Пожарная безопасность установки комплексной подготовки нефти (УКПН) в соответствии с требованиями СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы» [35] должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения разлива и растекания нефти;

- предотвращения образования на территории УКПН горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего УКПН, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

Как известно, горение нефти и нефтепродуктов происходит на поверхности самой жидкости. Основными огнетушащими веществами являются пенные составы, имеющие меньшую с нефтепродуктами плотность, покрывающие поверхность горячей жидкости и блокирующие поступление кислорода в среду горения.

Все производственные помещения УКПН относятся к категории А, степень огнестойкости здания I. Стены изготовлены из железобетона, кирпича, предел огнестойкости зданий и несущих конструкций 2 часа.

На случай возникновения пожара предусмотрено по два эвакуационных выхода из каждого здания, шириной не менее 1 метра и высотой не менее 2 метров. Для тушения пожара применяются первичные средства тушения пожара: ящики с песком, кошма, пенные огнетушители ОХП-10, ОХП-15, ОВГ-100 и ОУ-2, ОУ-8, которые находятся на каждой установке и в зданиях у выхода.

УКПН оборудован лафетными стояками, системами пожарного водопровода. При пожаре включаются противопожарные насосные станции. Наружная установка по периметру оснащена пеногенераторными стояками, системами паротушения.

Мероприятия по предупреждению пожара ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [36]:

- электрооборудование взрывозащищенного исполнения;

- напряжение для переносного электроинструмента и освещение не более 42 В;
- систематическая проверка исправности заземления;
- герметизация технологического оборудования.

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что во время производственной деятельности на работника негативно оказывают влияние вредные и опасные факторы, которые отражаются на производительности труда. Мероприятия по защите от риска воздействия вредных и опасных факторов являются важным аспектом в производственной деятельности. На сегодня целью являются более качественные, здоровые и безопасные условия труда. Защитить от воздействия вредных и опасных факторов помогут средства защиты и правильная организация рабочей зоны.

После проведенной работы по анализу чрезвычайных ситуаций, удалось понять, во избежание инцидентов, нужно проводить качественную работу с персоналом по охране труда и обеспечении техники безопасности на рабочем месте. Осознание рабочим персоналом важности и умения использовать средства индивидуальной защиты поможет минимизировать все риски, возникающие во время работы.

Заключение

В процессе выпускной квалификационной работы была модернизирована система автоматизированного управления блока сепарации установки комплексной подготовки нефти. В процессе обработки информации был изучен технологический процесс подготовки нефти. Были разработаны функциональная и структурная схемы, которые помогли определить состав необходимого оборудования, количество каналов передачи данных. Был выбран контроллер, датчики и исполнительные механизмы. Разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ, предупреждение аварийных ситуаций.

Разработанная система автоматического управления блока сепарации подготовки нефти удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную систему.

Список используемых источников

1. ПУЭ Правила устройств электроустановок. Утверждены приказом Минэнерго России От 08.07.2002 № 204.;
2. ПБ 09-540-03 Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.03 № 29.
3. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 мая 2016 г. N 313-ст.;
4. ГОСТ Р ИСО 15704-2008 Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия. Введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. N 621-ст.;
5. ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. N 1232-ст.;
6. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. –Томск, 2009.;
7. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.;
8. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.;

9. ГОСТ 21.404-85 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах от 18 апреля 1985 г. N 49.;

10. ГОСТ 21.408-13 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. Принят межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 14 ноября 2013 г. N 44.;

11. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.;

12. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.;

13. ГОСТ 6651-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний. Принят межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации N 36 от 10 ноября 2009 г.;

14. ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-11-99) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России 9 декабря 1999г. N 491-ст. Внесено изменение N 1, утвержденное и введенное в действие Постановлением Ростехрегулирования от 24.05.2006 N 102-ст с 01.01.2007г.;

15. ГОСТ Р 51330.1-99 (МЭК 60079-1-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка". Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 9 декабря 1999 г. N 492-ст. Внесено изменение N 1, утвержденное и

введенное в действие Приказом Ростехрегулирования от 08.10.2007 N 259-ст с 01.01.2008г.;

16. ГОСТ Р 51330.10-99 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 9 декабря 1999 г. N 500-ст. Переиздание июль 2008г.;

17. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.;

18. СНиП 3.05.07-85 Строительные нормы и правила системы автоматизации. Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 18 октября 1985 г. N 175.;

19. РМ14-177-05 Инструкция по монтажу электрических проводок систем автоматизации. Введена с 01.01.2006 г.;

20. ГОСТ 19.002-80 Схемы алгоритмов и программ. Правила выполнения. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 апреля 1980г. N 1867 срок введения установлен с 01.07. 1981г. Взамен ГОСТ 19427-74.;

21. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.;

22. Статья 100 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 16.12.2019);

23. Статья 103 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 16.12.2019);

24. Статья 110 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 16.12.2019);

25. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 26 апреля 1978 г. N 1102. Переиздание. Апрель 2001 г.;

26. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические

требования (введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 26 апреля 1978 г. N 1100);

27. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст, в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2017 г. Переиздание. Апрель 2019 г.;

28. СанПиН 2.2.2/ 2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Введен с изменениями, постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 21 июня 2016 года N 81.;

29. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. N 783 и введен в действие с 20 мая 2011 г.;

30. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Утверждены и введены в действие Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г., N 21.;

31. ГОСТ Р МЭК 60950-2002 Безопасность оборудования информационных технологий. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 11 апреля 2002 г. N 148-ст.;

32. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. (введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 28 декабря 2001 г. N 607-ст).;

33. ГОСТ Р 54533-2011. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов (дата введения 2013-01-01).;

34. Методические указания по санитарной охране атмосферного воздуха в районах размещения предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности от 31 декабря 1982 г. N 2656-82.;

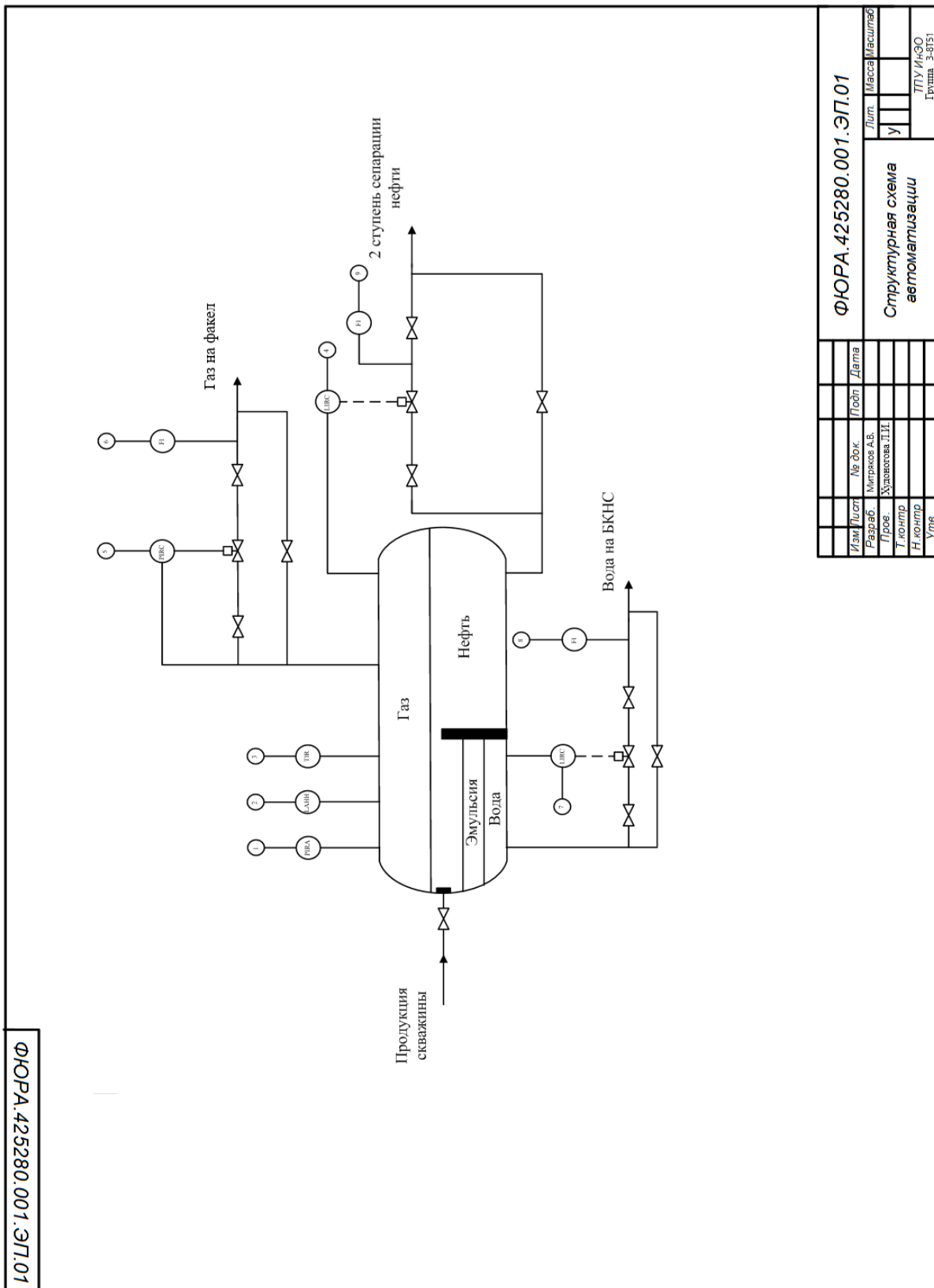
35. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. Утверждены постановлением Государственного комитета Российской Федерации по вопросам архитектуры и строительства от 26 апреля 1993 года № 18-10.;

36. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.91 N 875.;

Приложение А

(обязательное)

Функциональная схема автоматизации



Приложение Б

(обязательное)

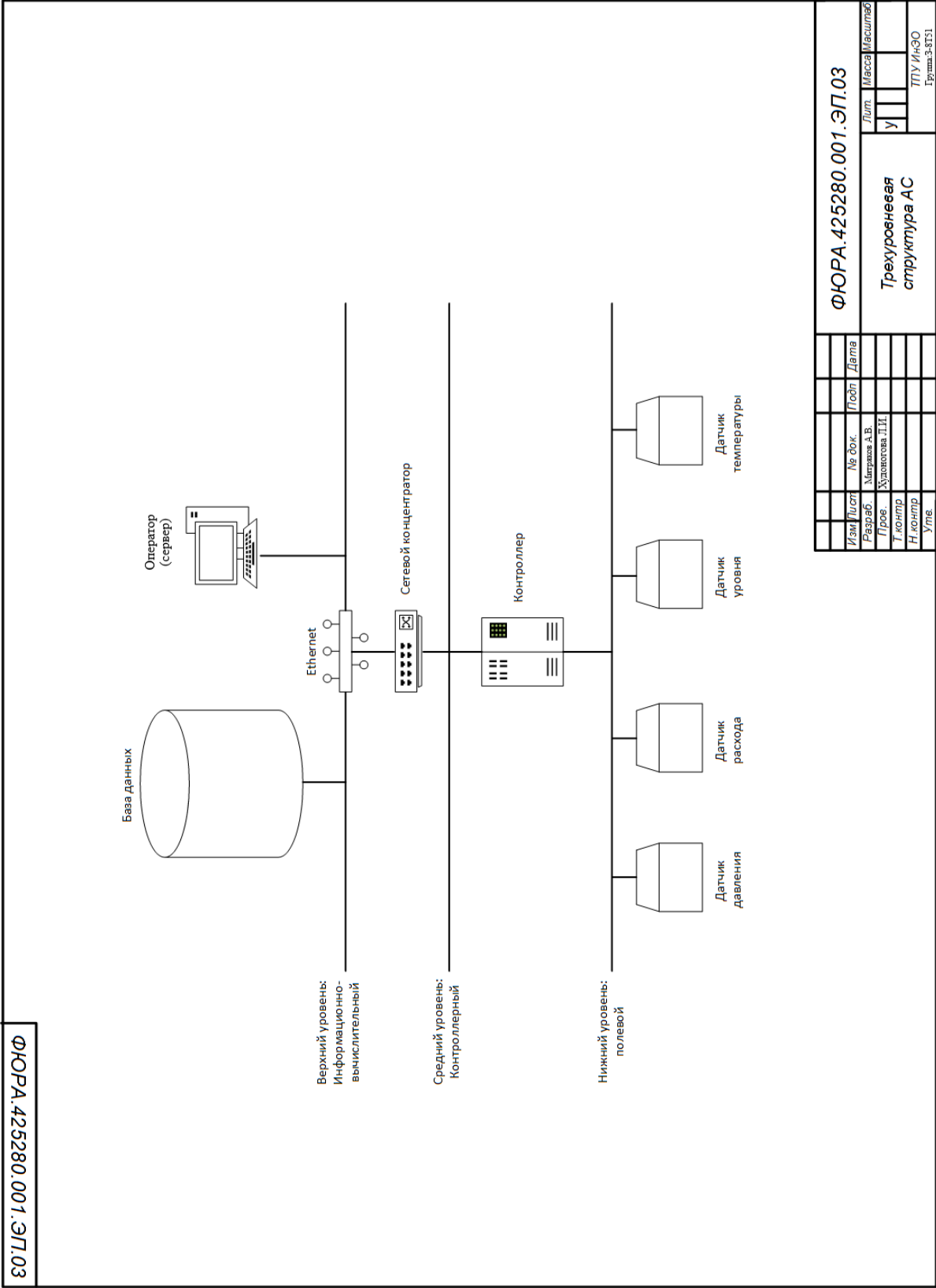
Таблица перечня вход/выходных сигналов

ФЮРА.425280.001.ЭП.02		ФЮРА.425280.001.ЭП.02									
Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Техно логиче ские	Техно логиче ские	Техно логиче ские	Техно логиче ские	Техно логиче ские	Техно логиче ские	Техно логиче ские
Управление задвижкой уровня 1 отсека	UPR_K01_URV1_REG	0...100	%	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Управление задвижкой уровня 2 отсека	UPR_K03_URV2_REG	0...100	%	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Управление задвижкой давления газа	UPR_K02_GAS_REG	0...100	%	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Давление газа в выходном трубопроводе	DAV_TRB_GAS	0,0105...25	МПа	4-20мА	-	-	-	-	-	-	+
Температура газожидкостной смеси в факельном сепараторе	TEM_FSP_GISM	+30...+50	°C	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Расход выходящей нефти	RAS_TRB_NEFT	0...480	м3/ч	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Расход выходящего газа	RAS_TRB_GAS	0...480	м3/ч	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Расход выходящей воды	RAS_TRB_VODA	0...480	м3/ч	4-20мА	-	-	-	-	-	-	-
Аварийная граница давления в сепараторе	DAV_SPR_GISM_AVARH	-	-	DI	-	-	-	-	-	-	+
Аварийная граница уровня в сепараторе	URV_SPR_GISM_AVARH	-	-	DI	-	-	-	-	-	-	+

ФЮРА.425280.001.ЭП.02										
Изм/Исп	№ док	Подп	Дата	Таблица перечня вход/выходных сигналов						
Разраб.	Мирсков А.В.			Лит.	Масса	Масштаб	У	У	У	
Прое.	Худякова Т.И.									
Т.контр.										
Н.контр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										
Упр.										

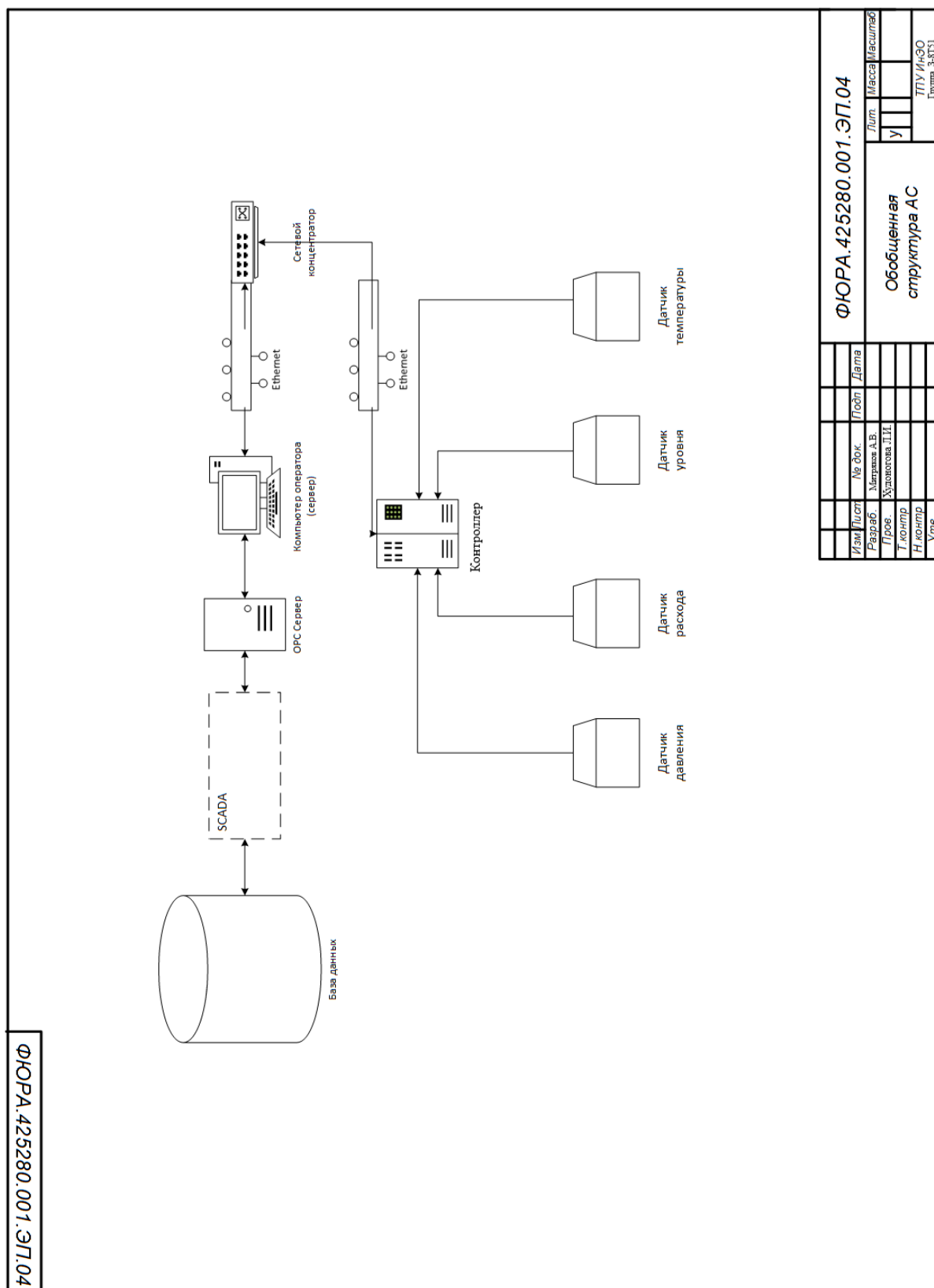
Приложение В
(обязательное)

Трехуровневая структура автоматизированной системы



(обязательное)

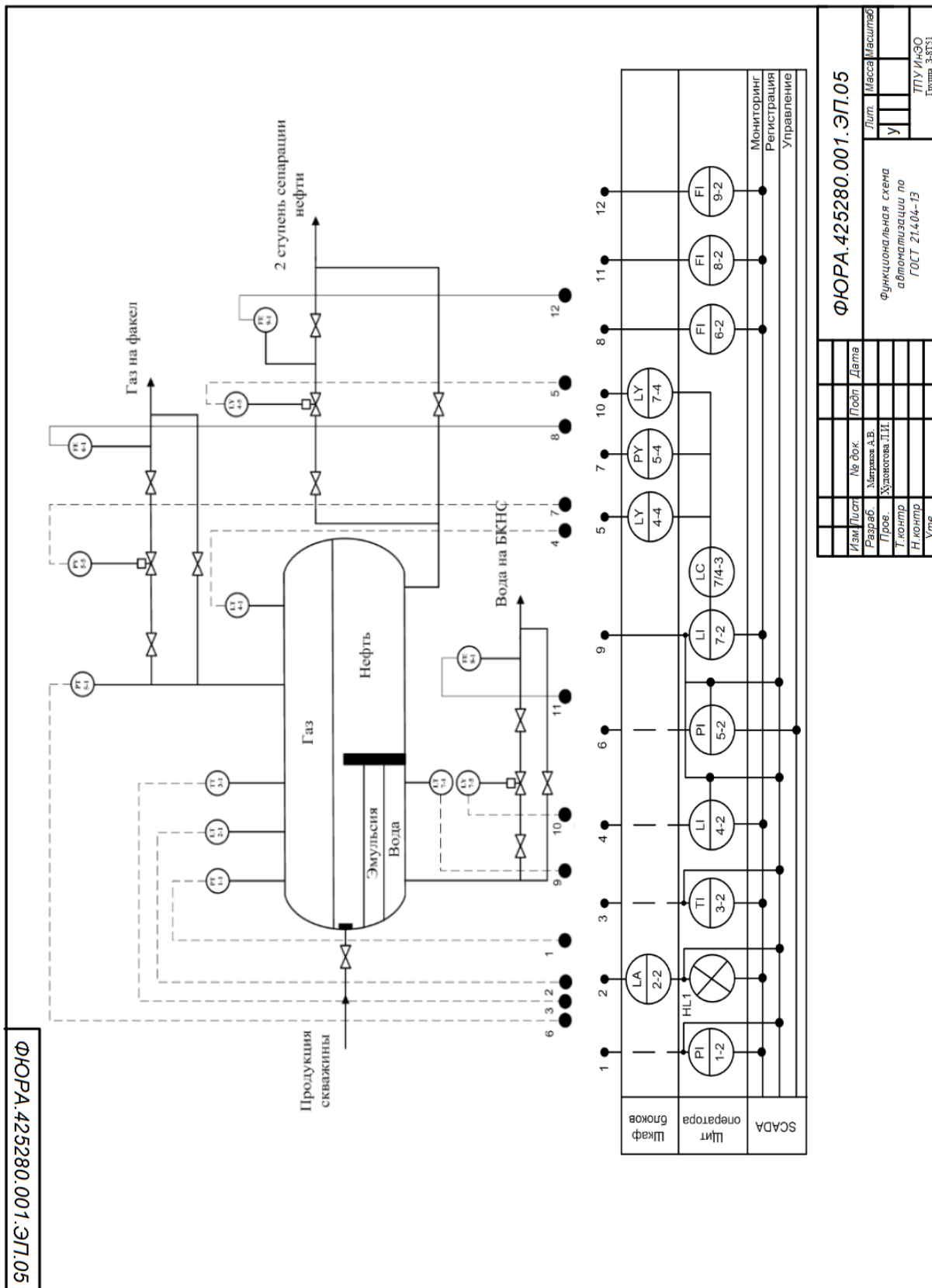
Обобщенная структура автоматизированной системы



Приложение Д

(обязательное)

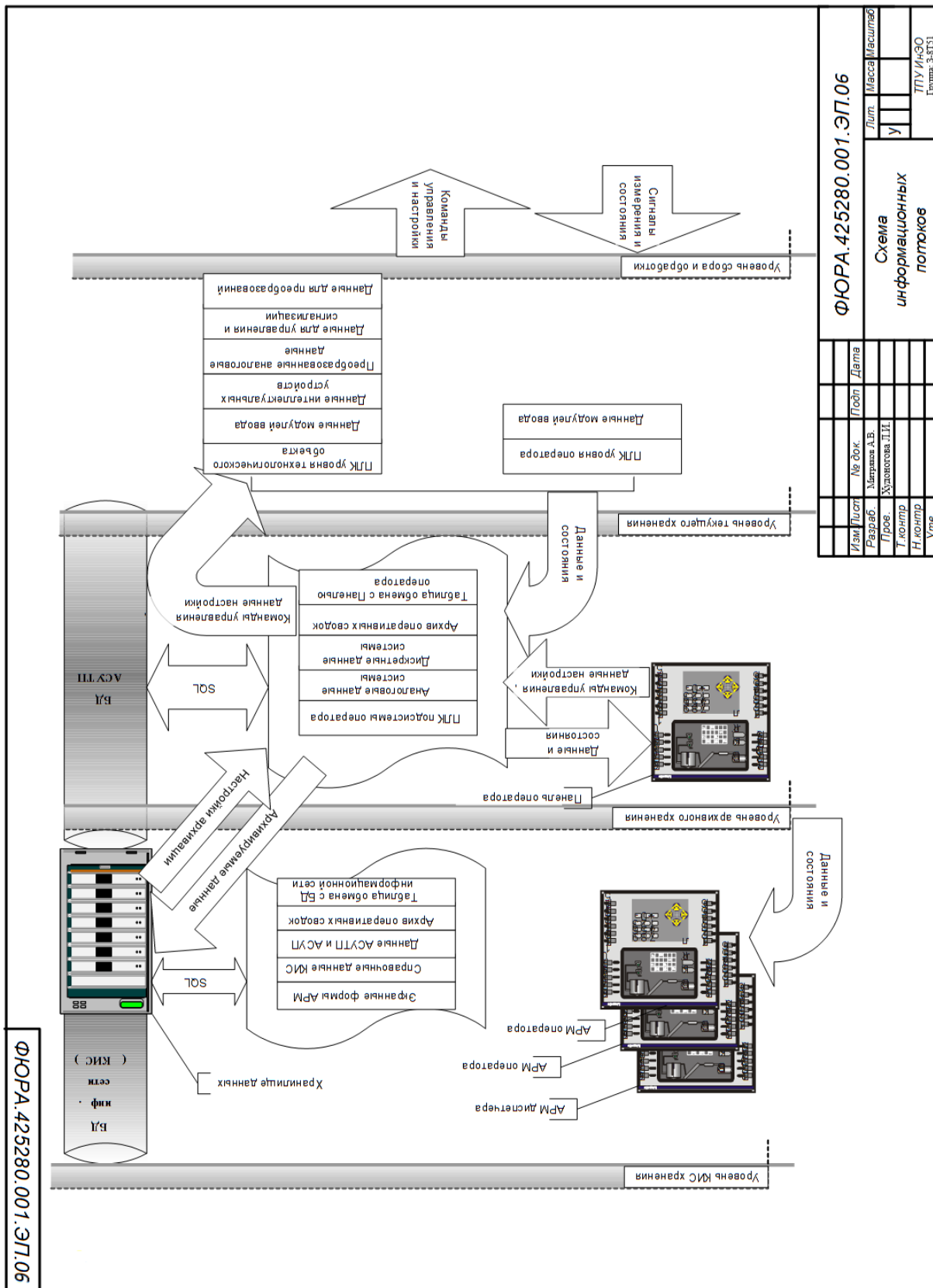
Функциональная схема автоматизации ГОСТ 21.408-2013



Приложение Е

(обязательное)

Схема информационных потоков

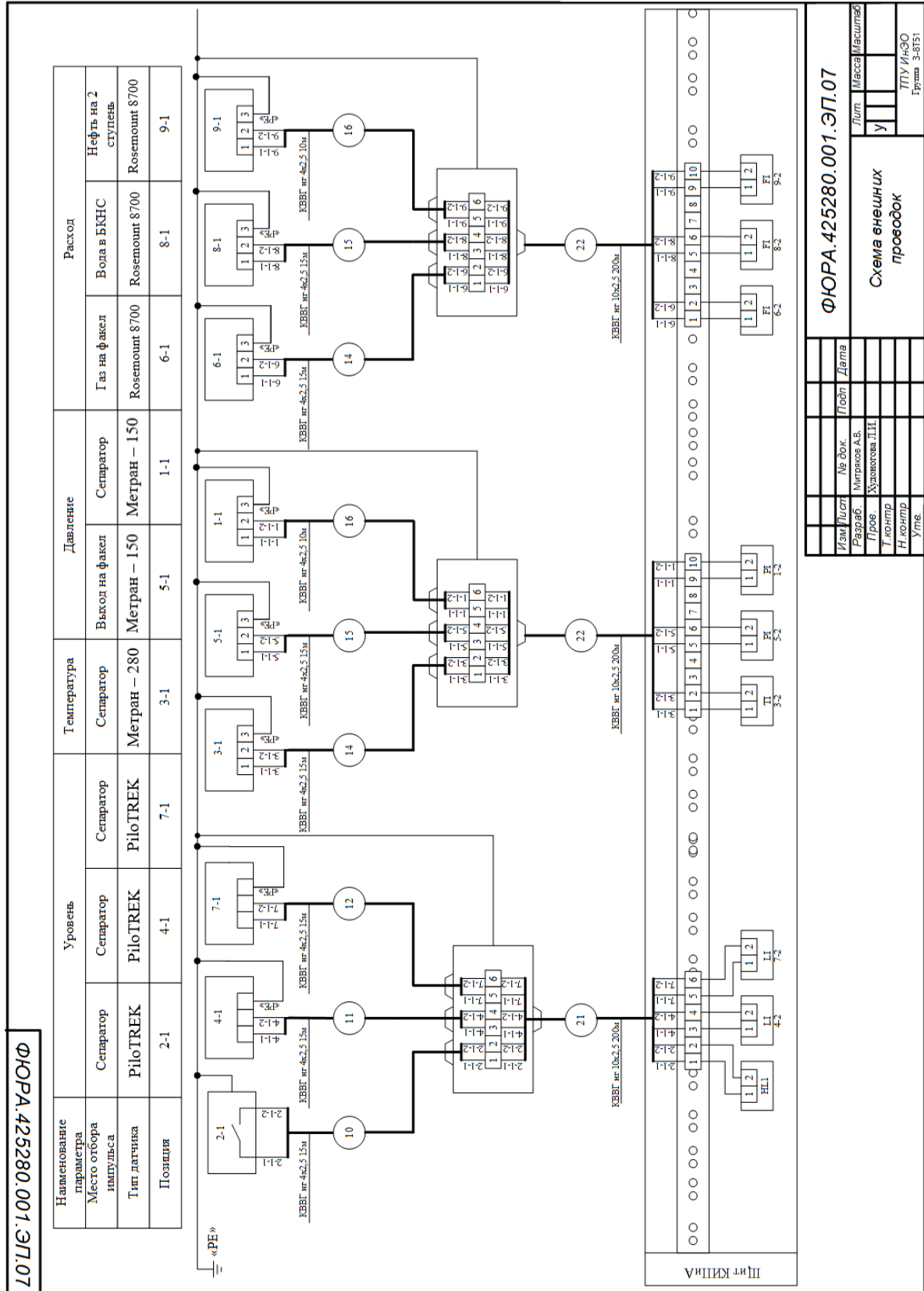


ФЮРА.425280.001.ЭП.06									
Имя					Масштаб				
Изм. Лист					Лит.				
Разраб. А.В. Матвеев					У				
Проект. Художкова Т.И.					Т.И. Ин-ЭО				
Н.контр. Н.контр.					Группа: 3-8731				
Уте.					Схема информационных потоков				

Приложение Ж

(обязательное)

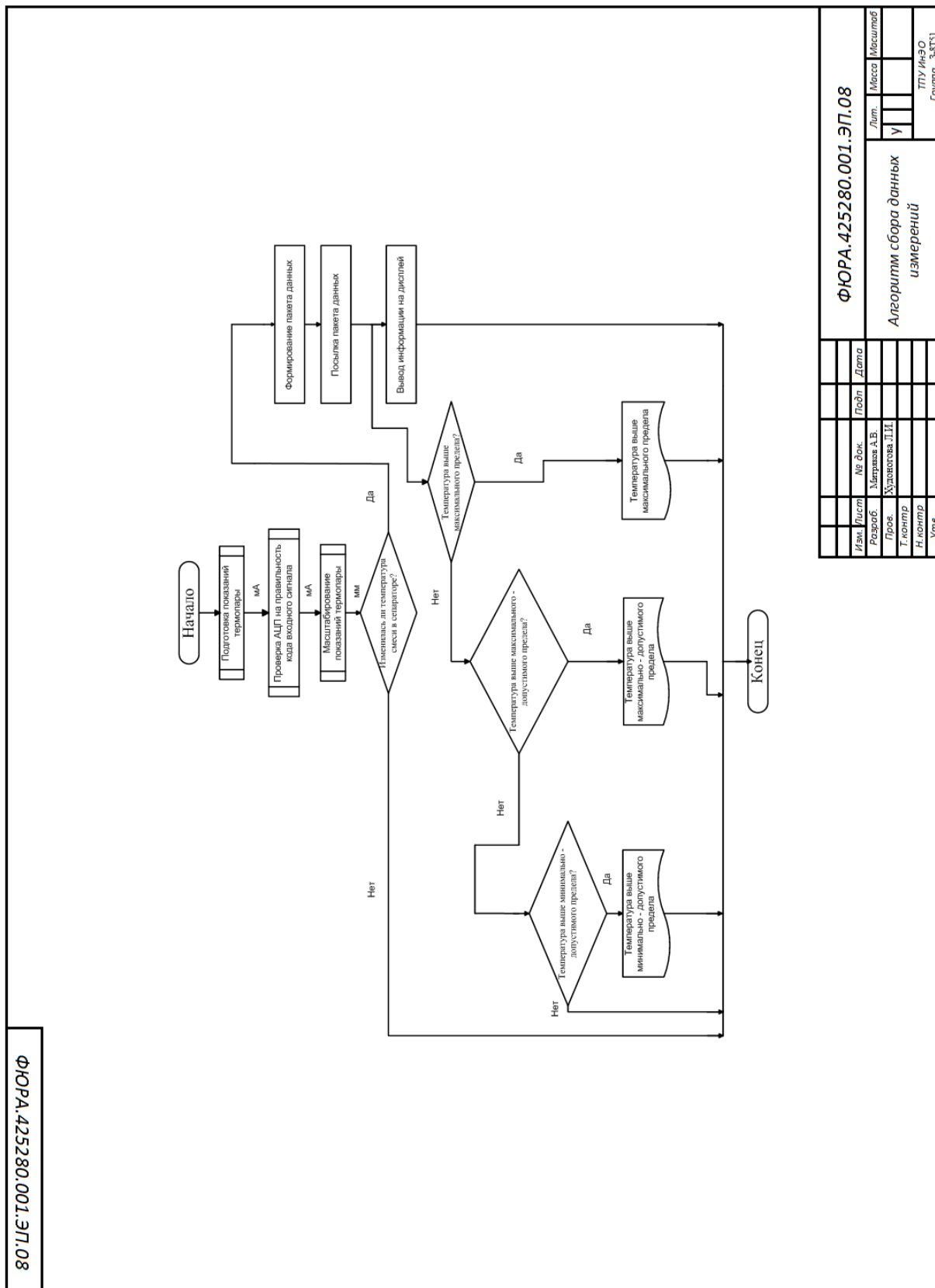
Схема внешних проводов



Приложение 3

(обязательное)

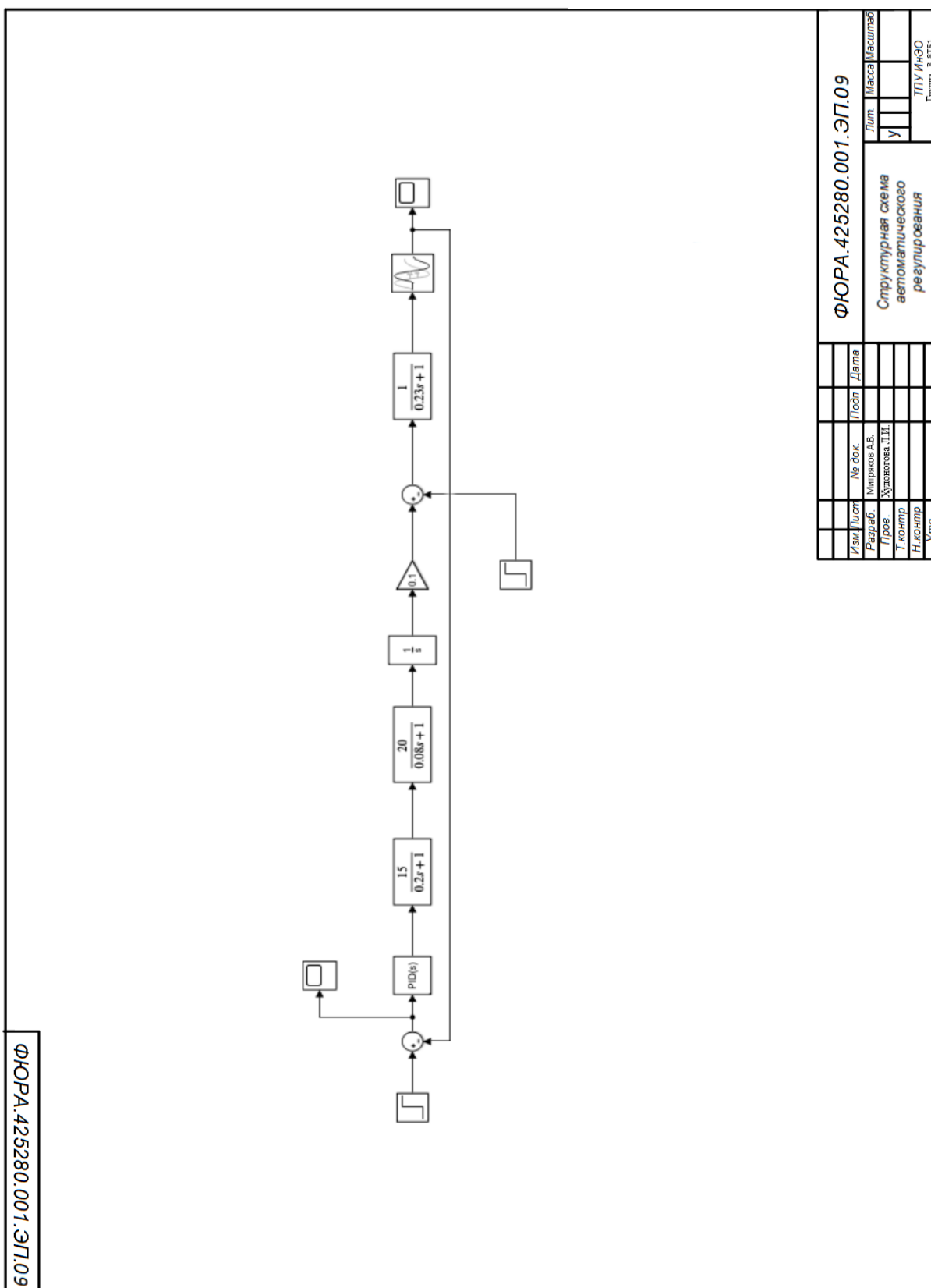
Алгоритм сбора данных



Приложение И

(обязательное)

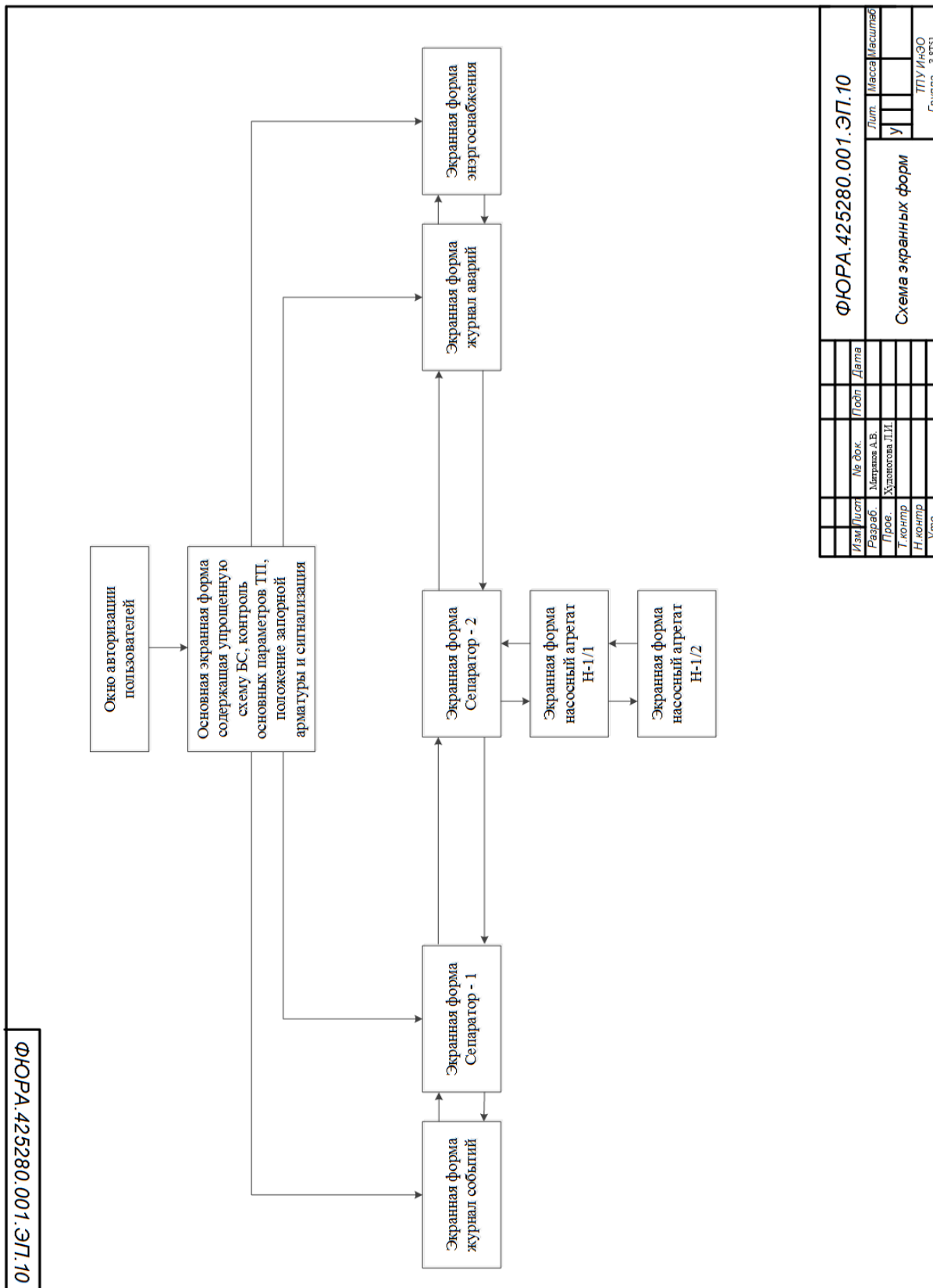
Структурная схема автоматического регулирования



Приложение К

(обязательное)

Схема экранных форм



Приложение Л

(обязательное)

Мнемосхема блока сепарации (сепаратор)

